PCEM1

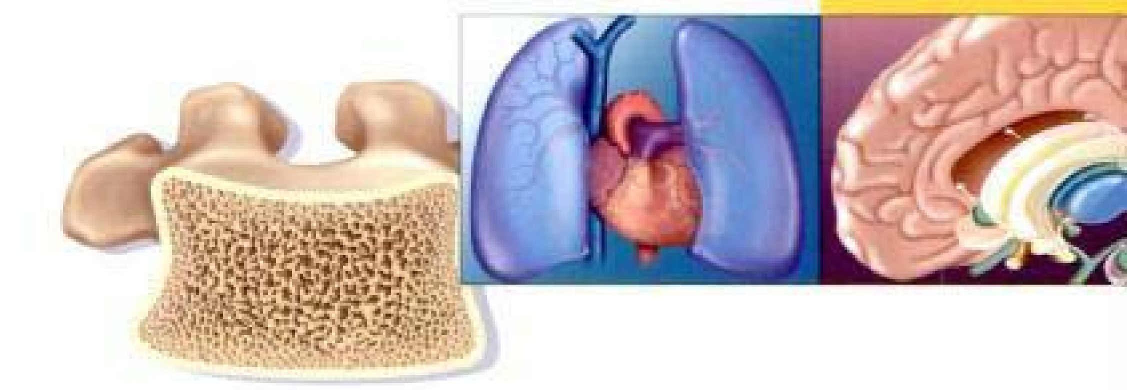
ABRÉGÉS

Anatomie générale

V. Delmas

D. Brémond-Gignac / R. Douard
S. Dupont / C. Latrémouille
J.M. Le Minor / N. Pirró
P. Sèbe / C. Vacher / R. Yiou

- L'essentiel du cours
- 250 QCM et QROC
- Schémas interrogatifs corrigés



MASSON

Anatomie générale

Chez le même éditeur

Biochimie génétique, biologie moléculaire, par É. Clauser, J. Étienne, C. Housset, P. Roingeard, Collection *Abrégés PCEM 1*, 9e édition, 2006.

Biologie cellulaire, par Marc Maillet, Collection *Abrégés PCEM 1*, 10e édition, 2006.

Biomathématiques, par S. Bénazeth, M. Boniface, I. Nicolis, V. Lasserre, C. Demarquilly, M. Lemdani, Collection *Abrégés Pharma 1*, 3e édition, 2007.

Biophysique. Radiobiologie, radiopathologie, par R. Paulin, P. Galle, Collection *Abrégés cours+exos*, 2000.

Chimie analytique – Chimie des solutions, par M. Beljean-Leymarie, J.-P. Dubost, M. Galliot-Guilley, Collection *Abrégés Pharma 1*, 2006.

Chimie générale, par G. Germain, R. Mari, D. Burnel, Collection *Abrégés cours+exos*, 2001.

Chimie organique, par H. Galons, Collection *Abrégés Pharma 1*, 3e édition, 2007.

Chimie physique, par Ph. Courrière, G. Baziard, J.-L. Stigliani, Collection *Abrégés cours+exos*, 2002.

Embryologie. Développement précoce chez l'humain, par M. Catala, Collection *Abrégés PCEM 1*, 3e édition, 2006.

Histologie. Les tissus, par J. Poirier, M. Catala, J.-M. André, R. Gherardi, J.-F. Bernaudin, Collection *Abrégés PCEM 1*, 3e édition, 2006.

Physiologie, par J.-L. Ader, F. Carré, A. T. Dinh-Xuan, M. Duclos, N. Kubis, J. Mercier, F. Mion, C. Préfaut, S. Roman, Collection *Abrégés PCEM 1*, 2e édition, 2006.

Probabilités et statistique, par A.-J. Valleron, Collection *Abrégés Pharma PCEM 1*, 2e édition, 2008.

Sciences humaines et sociales, par S. Bimes-Arbus, Y. Lazorthes, D. Rougé et coll., Collection *Abrégés PCEM 1*, 2006.

Dans la collection QCM

Anatomie, 265 QCM, Tome 1, par J.-P. Chevrel, 2002.

Anatomie, 300 QCM, Tome 2, par J.-P. Chevrel, 2002.

Biochimie génétique, biologie moléculaire, 300 QCM et exercices, par É. Clauser, S. Conchon, 2004.

Biologie cellulaire, 300 QCM, par Marc Maillet, 2002.

Chimie générale, 330 QCM et exercices, par G. Germain, 2003.

Chimie organique, 120 QCM et exercices, par H. Galons, 2002.

Embryologie, 300 QCM, par M. Catala, 2002.

Histologie, 300 QCM, par J. Poirier, M. Catala, J.-M. André, J.-F. Bernaudin et R.K. Gherardi, 2002.

Initiation à la connaissance du médicament, 330 QCM et exercices, par J.-M. Aiache, E. Beyssac, J.-M. Cardot, 2004.

Physiologie, 320 QCM, par J.-L. Ader, F. Carré, A. T. Dinh-Xuan, M. Duclos, N. Kubis, J. Mercier, F. Mion, C. Préfaut, S. Roman, 2004.

Autres ouvrages

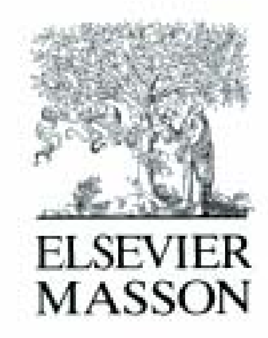
Dictionnaire d'anatomie, par V. Delmas, D. Brémond-Gignac, R. Douard, S. Dupont, Ch. Latrémouille, Ph. Sèbe, Ch. Vacher, R. Yiou, 2006.

Anatomie humaine. Descriptive, topographique et fonctionnelle, par H. Rouvière, A. Delmas, révisée par V. Delmas, 15e édition, 4 tomes, 2002.

Anatomie générale

Vincent Delmas

D. Brémond-Gignac
R. Douard
S. Dupont
C. Latrémouille
J.M. Le Minor
N. Pirró
P. Sèbe
C. Vacher
R. Yiou







Maquette intérieure : Pascal Plottier

ISBN : 978-2-294-07235-2

ELSEVIER MASSON S.A.S, 62, rue Camille-Desmoulins, 92442 Issy-les-Moulineaux Cedex

Table des matières

Crédits

- La plupart des illustrations sont extraites de l'ouvrage *Gray's Anatomie pour les étudiants*, par R. Drake, W. Vogl et A.W.M. Mitchell, Elsevier, 2006.
- L'illustration 5.1 a été adaptée à partir de la figure 2.30 de l'ouvrage *Gray's Anatomie pour les étudiants* et des figures 3.3 et 3.4 extraites de l'ouvrage *Précis d'anatomie clinique*, par P. Kamina, tome I, Maloine, 2003.
- Les illustrations suivantes ont été réalisées par Hélène Fournié : 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 4.1, 5.3, 5.4, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.8, 6.9, 8.5, 8.9B, 8.10, 8.11, 8.12, 8.14, 8.15, 8.17, 8.18, 8.21, 8.22A, 8.23, 9.15, 10.2, 10.8, 11.1, 11.2, 11.3, 12.13, 12.14, 12.15, 12.18, 13.13, 15.10, 15.15, 17.1, 17.2, 17.6, 17.7, 18.1, 18.2A, 18.3, 18.4, 18.5, 18.6, 18.7.

Les auteurs

Vincent DELMAS est professeur des universités en anatomie (faculté de médecine, université Paris Descartes) et praticien hospitalier, service d'urologie, hôpital Bichat, Paris.

Dominique BRÉMOND-GIGNAC est maître de conférences des universités en anatomie (faculté de médecine, université Paris Diderot), praticien hospitalier, service d'ophtalmologie, hôpital Robert-Debré, Paris.

Richard DOUARD est maître de conférences des universités en anatomie (faculté de médecine, université Paris Descartes), chirurgien des hôpitaux, unité clinique de chirurgie digestive et endocrinienne, hôpital Cochin, Paris.

Sophie DUPONT est maître de conférences des universités en anatomie (faculté de médecine, université Pierre-et-Marie-Curie Paris 6), praticien hospitalier, service de neurologie, hôpital Pitié-Salpêtrière, Paris.

Christian LATRÉMOUILLE est professeur des universités en anatomie (faculté de médecine, université Paris Descartes), praticien hospitalier, service de chirurgie cardiaque, hôpital européen Georges-Pompidou, Paris.

Jean-Marie LE MINOR est maître de conférences des universités en anatomie (faculté de médecine, université Louis-Pasteur, Strasbourg), praticien hospitalier, pôle d'imagerie, CHU de Strasbourg.

Nicolas PIRRÓ est maître de conférences des universités en anatomie (faculté de médecine, Marseille, secteur Timone), praticien hospitalier, service de chirurgie digestive et générale, hôpital La Timone, Marseille.

Philippe SÈBE est maître de conférences des universités en anatomie (faculté de médecine, université Pierre-et-Marie-Curie Paris 6), praticien hospitalier, service d'urologie, hôpital Tenon, Paris.

Christian VACHER est professeur des universités en anatomie (faculté de médecine, université Paris Diderot), praticien hospitalier, service de chirurgie maxillo-faciale et stomatologie, hôpital Beaujon, Clichy.

René YIOU est maître de conférences des universités en anatomie (faculté de médecine, université Paris 12 Val-de-Marne), praticien hospitalier, service d'urologie, CHU Henri-Mondor, Créteil.

Avant-propos

L'anatomie est la science de la forme. Celle qui nous apprend à observer, celle qui est à la base de la clinique.
La vision analytique objective du corps qu'elle permet est à la base de la médecine, de l'imagerie médicale, de la chirurgie.

Discipline fascinante, elle nous apprend comment le corps humain est « fabriqué » selon le terme utilisé par André Vésale.
Discipline difficile car, comme toute science, elle a ses méthodes, son langage, sa logique propre.
Discipline indispensable qui permet de comprendre la complexité du corps humain, mais aussi toutes les relations topographiques ou fonctionnelles entre les différentes structures les unes avec les autres.

Cet ouvrage d'anatomie générale se veut une introduction à la science anatomique, il veut présenter les bases dont le futur étudiant en médecine aura besoin. Le futur professionnel en sciences de la santé comme le lecteur voulant avoir une approche du corps humain pourra y trouver aussi des éléments pour comprendre l'anatomie.

Nous l'avons souhaité suffisamment simple et général, mais s'intéressant à toutes les structures du corps humain. Il définit des principes d'évolution et de développement.

Les auteurs

Qu'est-ce que le corps humain ?

1

Connaître l'organisation du corps humain est nécessaire à l'apprentissage médical, essentiel aux explorations cliniques morphologiques, indispensable pour tout geste thérapeutique interventionnel. Il n'y a pas de médecine sans cette connaissance. Cette connaissance porte un nom : c'est l'anatomie.

I. Définitions

Que signifie le mot anatomie ?

1. Signification étymologique

Le mot anatomie vient du grec *tomein*, « couper », et *ana*, « de bas en haut ». Ce mot désigne donc un geste : l'ouverture d'un corps pour la dissection des organes. La dissection est à la base de l'anatomie : franchir l'enveloppe cutanée pour découvrir les organes qui composent le corps, leur forme, leur structure, leurs relations. Pendant longtemps, on a dit « faire une anatomie » au sens technique du terme. C'est ce sens que l'on donne dans le langage courant à une étude minutieuse quel qu'en soit l'objet : anatomie d'un succès, anatomie d'un ouragan, anatomie d'une voiture, etc.

2. Signification scientifique

L'anatomie est l'étude des différents composants d'un corps en eux-mêmes (description), en relation avec les autres (situation dans le corps, rapports dans la région du corps) et des modifications anatomiques qu'ils subissent (fonctions).
Cette étude tient compte de l'évolution du corps (organogenèse, biométrie) et de la comparaison avec les autres corps humains (anthropologie physique) et avec les animaux (anatomie comparée).

3. Signification médicale

Connaître le corps humain, c'est connaître les organes sains qui le composent en place, afin de savoir, en clinique (examen clinique, imagerie, intervention chirurgicale), les reconnaître et les différencier des situations

pathologiques. Cette connaissance anatomique est un préalable à toute approche médicale.
On nomme « sciences morphologiques », les sciences médicales qui analysent la forme ou la morphologie. L'anatomie est une science morphologique, comme l'histologie, l'embryologie ou l'anatomie pathologique.

II. Principes généraux de l'anatomie

La connaissance de l'anatomie du corps humain nécessite la compréhension préalable d'un certain nombre de principes propres à cette science médicale, indispensable avant d'en aborder l'étude : la terminologie, l'orientation, l'organisation.

A. Terminologie anatomique

La connaissance anatomique, telle que nous la possédons aujourd'hui, est apparue avec Aristote au IVe siècle avant J.-C. Dans l'Antiquité, la description des structures anatomiques a fait appel à des comparaisons avec des éléments connus. Ainsi, pour les os : la « trochlée », qui signifie poulie en grec, ressemble à cet instrument ; « processus » signifie une avancée, et le « processus styloïde » est une avancée en forme de pointe ressemblant à un stylet ; le « processus odontoïde » a la forme d'une dent ; le « processus ptérygoïde » ressemble à une aile — le mot *ptère* signifie aile en grec — ; l'os « scaphoïde » ressemble à une barque ; la « clavicule » a la forme d'une clef ; l'écaille de l'os temporal parle d'elle-même, etc.
Ces termes ont été apportés par les anatomistes depuis Aristote le Stagyrite et bien d'autres anatomistes grecs : Hérophile, Erasistrate, etc. Devant la multiplication des termes anatomiques, Galien de Pergame, au IIe siècle après J.-C., ne retient et définit qu'un terme pour chaque organe, chaque structure.
André Vésale, au moment de la Renaissance, fait de l'anatomie une discipline scientifique au sens moderne du terme, c'est-à-dire observation par soi-même de ce que l'on décrit et confrontation aux travaux antérieurs. En 1543, il publie le premier traité d'anatomie illustré, le *De Hominis Corporis Fabrica*, chaque terme s'y appuyant sur une image. C'est à lui aussi que l'on doit les éponymes, c'est-à-dire l'adjonction au nom d'une structure du nom de celui qui l'a décrit pour la première fois dans un but scientifique ; en effet, il rappelle à côté de ses propres constatations, celles de ces prédécesseurs dans une démarche critique. Vésale a réalisé la révolution de l'anatomie scientifique par l'image et par le raisonnement.
Les différentes Écoles d'anatomie ont multiplié les noms et les éponymes nationaux non plus dans un but scientifique, mais à visée de renom — d'où une grande confusion. Dans un désir d'uniformisation et de simplification, en 1895 à Bâle, les anatomistes germanophones créent une nomenclature : les *Nomina Anatomica*. Ils se donnent comme règles : un terme unique pour une structure, le latin comme langue commune, la suppression des éponymes.
En 1955 à Paris, lors du congrès international de la Fédération des associations d'anatomistes, cette nomenclature est acceptée sur le plan international comme la *Parisiensa Nomina Anatomica*. Depuis, elle a été

modifiée, complétée. La dernière édition de la terminologie anatomique, *Terminologia Anatomica*, publiée en 1998, comprend environ six mille termes d'anatomie. Elle est traduite en toutes les langues dans la forme la plus proche possible du terme latin.
Cette langue anatomique est la langue de tous les médecins, puisque la lecture de toutes les revues scientifiques médicales montre qu'elles utilisent aujourd'hui cette terminologie anatomique.

Quelques références...

Vésale A. – *De humani corporis fabrica*. Basilea, Oporinus, 1543.

Galien C. – *Œuvres médicales choisies*. Vol. 1. Collection Tel. Gallimard, Paris, 1994.

Rouvière H., Delmas A. – *Anatomie humaine*. 15e édition. Masson, Paris, 2002.

Delmas A. – *Anatomie humaine*. Collection Que sais-je ? n° 1652. 3e édition. PUF, Paris, 1986.

B. **Orientation**

Le corps humain évolue dans un monde à trois dimensions. L'anatomie fait passer de la surface plane, linéaire à deux dimensions, au domaine spatial, volumétrique. Les organes sont donc décrits par référence aux trois plans de l'espace.

1. Position anatomique de référence

La position anatomique de référence est celle d'un corps humain, vivant, debout, membres supérieurs le long du corps, paumes en avant, pieds joints, regard horizontal (fig. 1.1). L'orientation de la tête pour indiquer le regard horizontal est définie en utilisant le plan dit de Francfort : « *ligne horizontale passant par le bord inférieur de l'orbite et le bord supérieur du méat acoustique externe* ».
C'est le côté droit qui est décrit en référence pour les structures paires et symétriques.
L'anatomie de référence est celle d'un homme, adulte, ayant achevé sa croissance, de taille moyenne (172 cm à 175 cm).

2. Orientation générale

a. *Plan transversal, ou plan horizontal*

Le plan transversal, ou horizontal, est un plan qui est parallèle au sol (fig. 1.2) :

- au niveau du tronc, on définit les éléments comme :
  - « *crânial* », lorsqu'ils sont plus proches de l'extrémité supérieure du tronc,
  - « *caudal* », lorsqu'ils sont plus proches de l'extrémité inférieure du tronc ;
- au niveau des membres, on définit :
  - une partie « *proximale* » proche de la racine des membres,
  - une partie « *distale* », à l'opposé de la partie proximale.

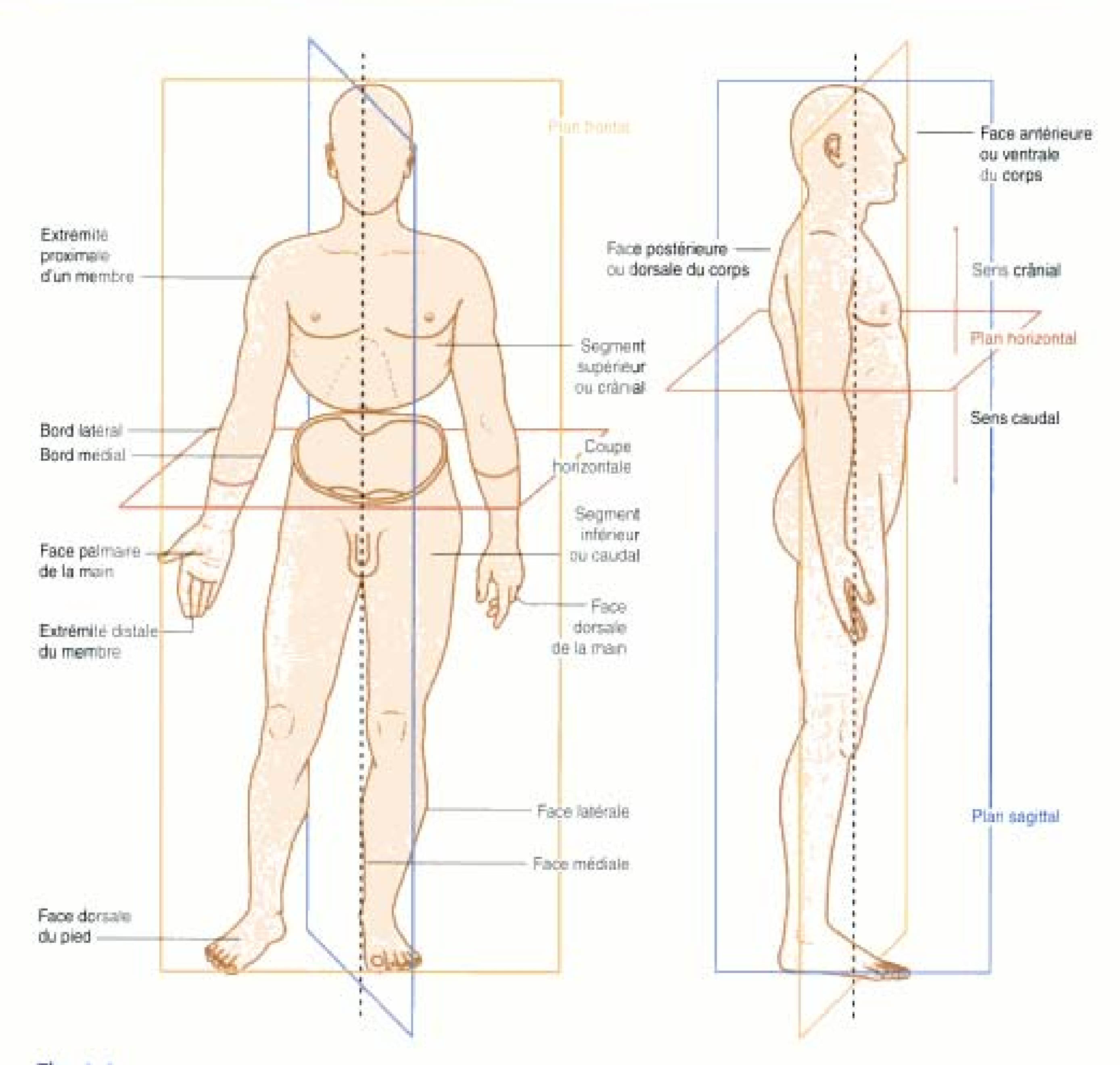


Fig. 1.1.
Orientation dans l'espace.
L'anatomie se situe dans le domaine spatial à trois dimensions (volume) :
– le plan transversal, ou horizontal ou axial : plan parallèle au sol ;
– le plan frontal, ou coronal : plan vertical orienté de droite à gauche ;
– le plan sagittal, médian : plan vertical ventrodorsal.

b. *Plan frontal, ou plan coronal*

Le plan frontal, ou coronal, est vertical de droite à gauche (fig. 1.3) :
- une structure située plus près de la paroi ventrale est dite « *antérieure* », ou « *ventrale* » ;
- un élément est dit « *postérieur* », ou « *dorsal* », lorsqu'il est plus proche de la paroi postérieure.

c. *Plan sagittal*

Le plan sagittal est un plan vertical orienté d'avant en arrière.

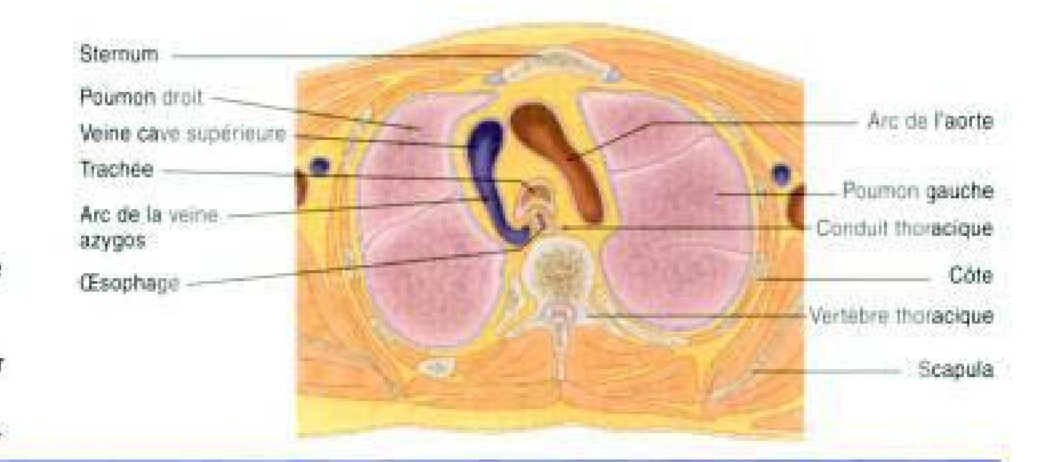


Fig. 1.2.
Exemple de coupe transversale au niveau du thorax. Vue inférieure de la coupe.
La coupe est orientée comme sur une coupe de scanner : avant vers le haut ; côté droit à gauche.

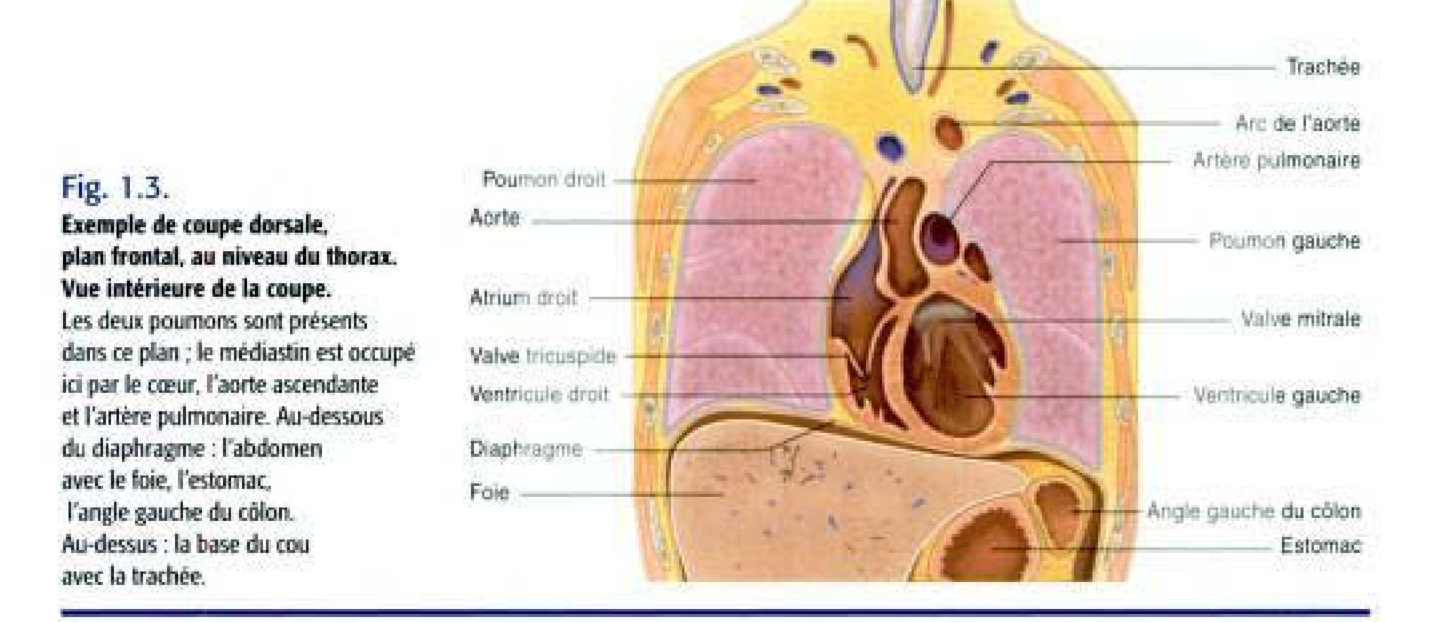


Fig. 1.3.
Exemple de coupe dorsale, plan frontal, au niveau du thorax. Vue intérieure de la coupe.
Les deux poumons sont présents dans ce plan ; le médiastin est occupé ici par le cœur, l'aorte ascendante et l'artère pulmonaire. Au-dessous du diaphragme : l'abdomen avec le foie, l'estomac, l'angle gauche du côlon. Au-dessus : la base du cou avec la trachée.

On dit que ce plan sagittal est « *médian* » (fig. 1.4) lorsqu'il passe par la ligne médiane du corps, définissant ainsi un côté droit et un côté gauche. On dit qu'une structure est :

- « *homolatérale* » lorsqu'elle est située du même côté du corps qu'une autre structure ;
- « *contre-latérale* » lorsqu'elle est située de l'autre côté du plan sagittal.

Le plan sagittal « *paramédian* » (fig. 1.5) est parallèle au précédent, mais décalé latéralement. On définit ainsi une structure comme :

- « *médiale* » si elle est en dedans de ce plan, proche du plan sagittal médian ;
- « *latérale* » si elle est en dehors du plan paramédian.

3. Orientation spécifique

Il existe d'autres termes spécifiques d'orientation :

- au niveau de l'avant-bras, le bord « radial » correspond au bord latéral, le bord « ulnaire » correspond au bord médial ;
- au niveau de la jambe, le bord « tibial » correspond au bord médial, le bord « fibulaire », ou « péronier », au bord latéral ;

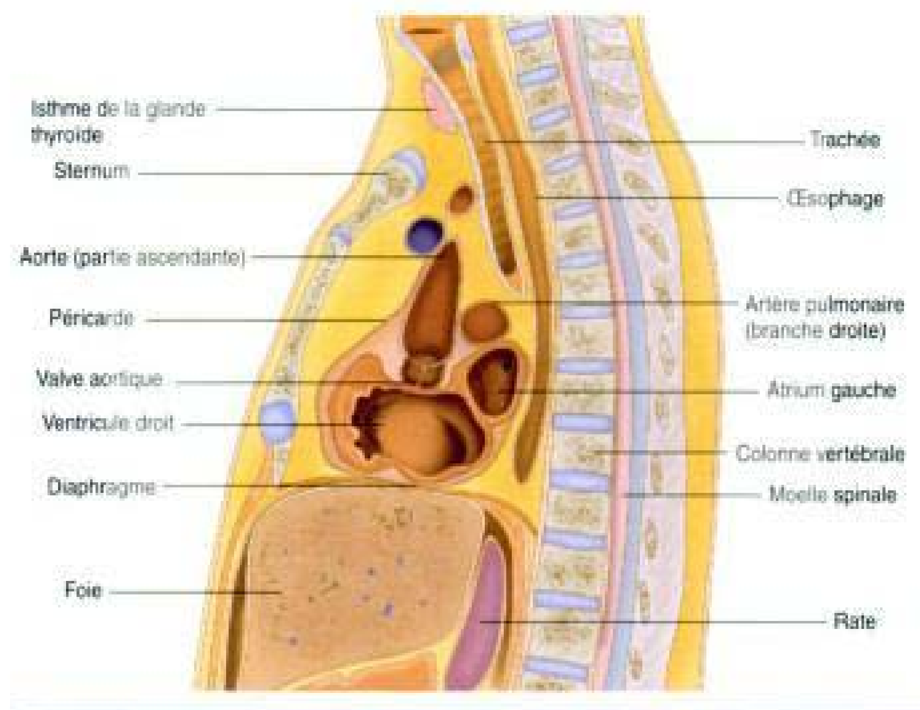


Fig. 1.4.
Exemple de coupe sagittale médiane du tronc.
Cette coupe passant par le plan médian traverse dorsalement les corps vertébraux. En avant de ceux-ci : la trachée, le cœur, le sternum ; sous le diaphragme : le foie.

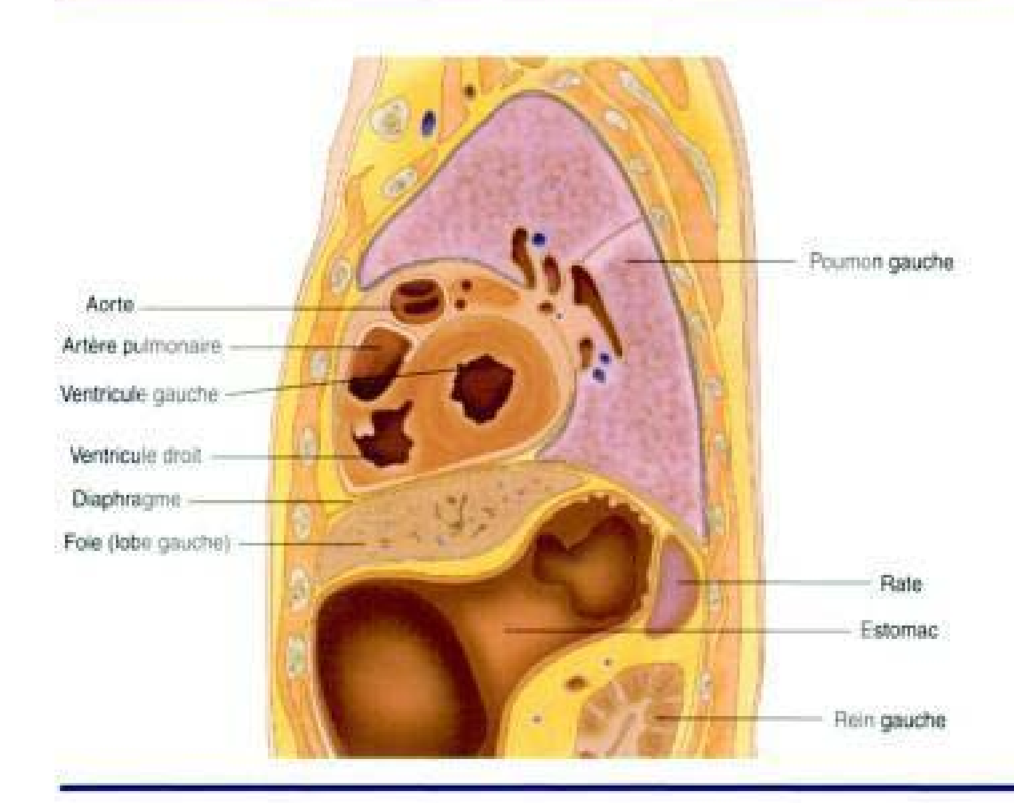


Fig. 1.5.
Exemple de coupe sagittale paramédiane du tronc.
Au-dessus du diaphragme, le cœur, le poumon gauche ; au-dessous : la rate, le rein gauche, l'estomac, le lobe gauche du foie.

- au niveau de la main, la face antérieure est dite « palmaire », la face postérieure est dite « dorsale » ;
- au niveau du pied, la face supérieure est dite « dorsale », la face inférieure est dite « plantaire ».

Les termes « interne » ou « externe » définissent une situation par rapport à une cavité. Les termes « superficiel » ou « profond » définissent une structure par rapport à la surface du corps. Les termes « supérieur » et « inférieur » définissent les rapports verticaux entre deux structures contiguës.

C. Organisation

L'organisation anatomique du corps humain peut être définie du point de vue de la description ou de celui de la topographie.

1. Organisation descriptive

L'ensemble des structures composant le corps humain sont orientées vers deux vies animales : la vie de relation (tournée vers l'extérieur du corps) et la vie végétative (entretien du corps).
On nomme *système* tous les organes ayant une même structure. On nomme *appareil* tous les systèmes contribuant à une même fonction.
Les appareils de la vie de relation sont l'appareil locomoteur – comprenant les systèmes squelettique, articulaire et musculaire –, l'appareil ou système nerveux et l'appareil sensoriel.
Les appareils de la vie végétative comprennent l'appareil circulatoire, ou cardiovasculaire (cœur, systèmes artériel, veineux et lymphatique), l'appareil digestif, l'appareil respiratoire, l'appareil urinaire et l'appareil de la reproduction.
L'anatomie descriptive décrit les organes, les éléments anatomiques en eux-mêmes.

2. Organisation topographique

Le corps est divisé en régions qui peuvent être elles-mêmes subdivisées, en fonction de regroupements externe ou interne, en loges ou compartiments. Les grandes régions sont la tête, le cou, le thorax, l'abdomen, le bassin, le membre supérieur et le membre inférieur. Chaque région est considérée comme une entité avec un squelette, ses articulations, ses muscles, ses vaisseaux, ses nerfs.
L'anatomie topographique considère les organes dans leurs *rapports* réciproques. Elle est étudiée par la dissection, mais elle est également vue sur des coupes anatomiques qui respectent la position des structures. C'est elle que l'on retrouve sur les coupes réalisées par scanner à rayons X (tomodensitométrie, ou TDM) ou par imagerie par résonance magnétique (IRM). L'anatomie topographique est celle utilisée en anatomie médico-chirurgicale.

III. Différents aspects de l'anatomie

Dans la pratique médicale, à côté de l'anatomie descriptive et topographique, le médecin a besoin de connaître l'*anatomie fonctionnelle*, c'est-à-dire les modifications morphologiques normales que subit un élément anatomique lors de son fonctionnement dans les conditions de la vie.
Il existe d'autres aspects de l'anatomie :

- l'anatomie générale, qui est l'étude des propriétés de chaque structure anatomique quelle que soit leur situation ;
- la biométrie et l'anthropologie physique (comparaison des individus entre eux) ;
- l'anatomie comparée (anatomie zoologique) ;
- l'organogenèse et l'ontogenèse (anatomie du développement) ;
- l'anatomie plastique ou de surface (anatomie artistique) ;
- la paléoanthropologie (anatomie de l'évolution) (fig. 1.6), etc.

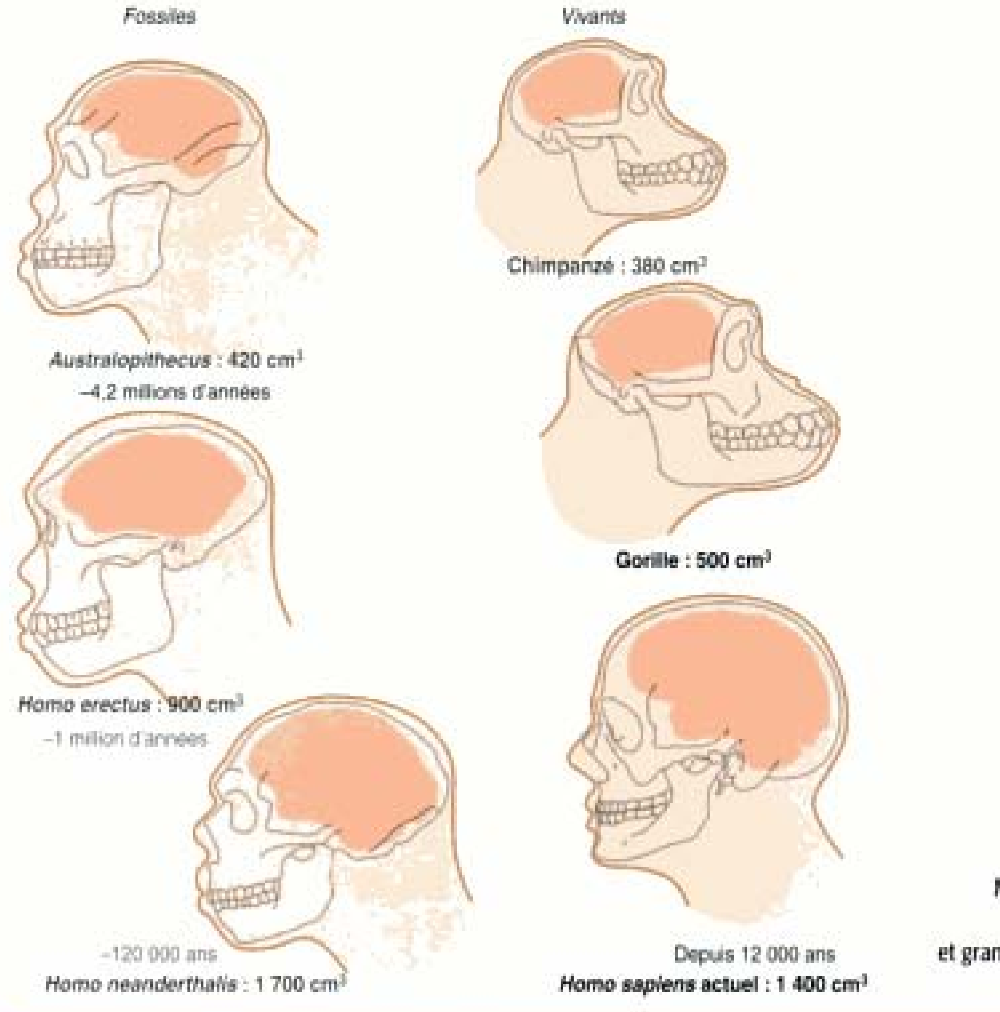


Fig. 1.6.
Paléoanthropologie.
Morphologie comparée du crâne de quelques hominidés fossiles et grands singes. La capacité crânienne est indiquée en cm^3.

POINTS CLÉS

- L'anatomie est la science de l'organisation du corps humain.
- L'anatomie est un vocabulaire, une représentation tridimensionnelle, une organisation en fonction du degré de connaissance de la fonction, de la structure.
- L'anatomie est, pour chaque organe, descriptive et topographique (relation avec les autres organes).

ENTRAÎNEMENT

QCM

1. Quelle est la langue internationale de l'anatomie ?

- ❑ **A.** L'anglais.
- ❑ **B.** L'allemand.
- ❑ **C.** Le grec.
- ❑ **D.** Le latin.
- ❑ **E.** Le français.

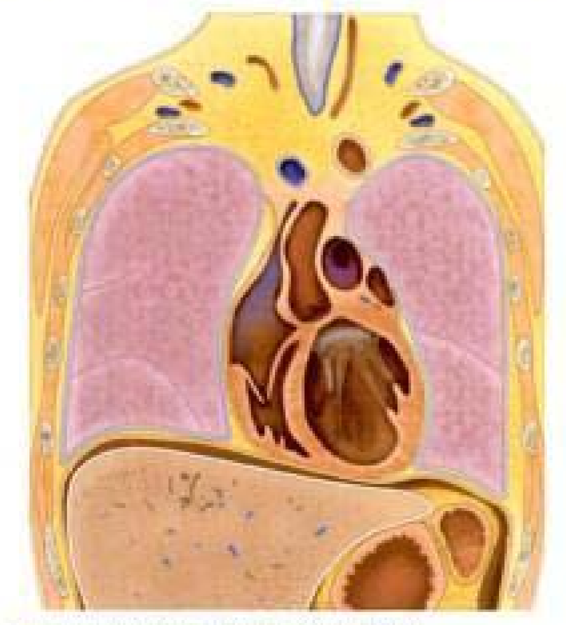
2. Le plan qui définit des structures en crânial et caudal, est le plan :

- ❑ **A.** Frontal.
- ❑ **B.** Coronal.
- ❑ **C.** Sagittal.
- ❑ **D.** Transversal.
- ❑ **E.** Vertical.

3. Un système définit des éléments anatomiques :

- ❑ **A.** Qui sont situés dans la même région.
- ❑ **B.** Qui ont la même structure.
- ❑ **C.** Qui ont la même fonction.
- ❑ **D.** Qui répondent à la même vie animale.
- ❑ **E.** Qui sont inhomogènes.

4. La coupe représentée est une coupe frontale,



parce que (une réponse inexacte) :

- ❑ **A.** Le cou est à la partie supérieure.
- ❑ **B.** Le cœur est situé en dessus du diaphragme.
- ❑ **C.** Les deux poumons sont visibles.
- ❑ **D.** Le gril costal est sectionné.
- ❑ **E.** Le sternum est visible.

5. La posture de référence du corps humain en anatomie est un homme (une inexacte) :

- ❑ **A.** Vivant.
- ❑ **B.** Debout.
- ❑ **C.** Pieds joints.
- ❑ **D.** La paume regardant en dedans.
- ❑ **E.** La tête orientée dans le plan de Francfort.

6. En sciences, l'anatomie des animaux est aussi dénommée :

- ❑ **A.** Biométrie.
- ❑ **B.** Organogenèse.
- ❑ **C.** Anthropologie.
- ❑ **D.** Anatomie comparée.
- ❑ **E.** Anatomie générale.

Pour les corrections, se reporter à la page 299.

2 Anatomie et médecine

L'anatomie est une des sciences de base de la médecine. Si des documents anciens donnent des descriptions du corps humain avec ses organes, ce n'est que la rigueur scientifique en anatomie qui a permis son application clinique. La relation entre les signes cliniques et l'anatomie a débouché sur les progrès en médecine. La médecine a toutefois mis longtemps avant d'intégrer l'anatomie dans sa démarche diagnostique et thérapeutique.

I. Savoir

Dans la plus haute antiquité, l'Homme et la maladie sont sous la dépendance des dieux, indépendants de la volonté car dépassant la compréhension humaine. Asclépios (Esculape) est le dieu de la médecine. Ses temples se trouvent dans l'île de Cos – c'est l'Asclépion – et à Épidaure dans l'Argolide.

1. La révolution hippocratique : naissance de l'art médical

Hippocrate (460-377 avant J.-C.) appartient à la famille des Asclépiades qui reçoivent les malades dans l'île de Cos, dans le temple d'Asclépios. Par ses observations, il formule que la santé obéit aux lois de la nature. La maladie n'est qu'un dérèglement de la nature que l'on peut prévoir et analyser. La nature dans le combat contre la maladie doit reprendre ses droits.

Il fut l'initiateur de l'observation clinique. Pour lui, la santé repose sur l'équilibre des quatre humeurs : le sang, la lymphe, la bile jaune et la bile noire.

Hippocrate a écrit de nombreux ouvrages : *Traité du pronostic*, *Traité des fractures*, *Traité des luxations*, *Traité des airs, des eaux et des lieux* (premier traité de médecine environnementale), etc.

Ses aphorismes sont célèbres, en particulier le premier : « *La vie est courte, l'art est long, l'occasion fugitive, l'expérience trompeuse, le jugement difficile. Il faut non seulement faire ce qui convient, mais encore faire que le malade, l'entourage et l'environnement y concourent.* »

Il est le premier à avoir formulé une éthique médicale dans le serment que prêtent toujours les médecins aujourd'hui – dans une formulation modernisée.

2. La révolution aristotélicienne : l'anatomie comme philosophie de l'Homme

Aristote (384-322 avant J.-C.), originaire de Stagire en Macédoine, est un élève de Platon. Philosophe encyclopédique, il cherche à définir la place de l'Homme dans la nature par rapport aux autres animaux. C'est lui qui, pour la première fois, définit l'Homme, comme *« un animal raisonnable, qui a deux mains, qui se tient debout et qui parle »*. Son œuvre anatomique est à la fois descriptive, topographique, fonctionnelle et, surtout, comparée. Cela l'amène à des analyses sur les propriétés anatomiques des organes de l'homme par rapport aux animaux qui n'ont rien perdu de leur pertinence.

Les œuvres d'Aristote sont nombreuses et couvrent de nombreux domaines ; concernant l'anatomie, ce sont : *Histoire des animaux, Les parties des animaux, La génération des animaux*.

3. La médecine hippocratique

La médecine hippocratique examine les dérèglements des humeurs que traduisent la fièvre, l'aspect des urines, les selles, les tremblements, la sueur, etc. Elle catégorise les maladies en fonction des différents symptômes, des jours, des durées et elle en prévoit l'issue.

Galien (131-201 après J.-C.), né à Pergame en Asie mineure, amplifie et transmet le message hippocratique. Il publie de nombreuses œuvres, en particulier en anatomie mais aussi dans tous les domaines de la médecine. En anatomie, une de ses œuvres a été d'unifier le vocabulaire anatomique à un moment où le savoir anatomique était l'objet d'études. Il dissèque beaucoup d'animaux, en particulier le porc et le singe, mais peu d'homme car, dans la culture antique (grecque et romaine), le mort est sacré : l'homme mort doit être respecté et enterré.

Pour Hippocrate et Galien, les maladies sont la conséquence du milieu, la nature a en elle-même les possibilités de réaction, de lutte contre les influences néfastes du milieu. L'anatomie trouve une application dans le traitement des fractures.

4. Aristote et ses successeurs

À la suite d'Aristote, l'anatomie humaine se développe avec Hérophile (330-260 avant J.-C.), qui appartient à la famille des Asclépiades comme Hippocrate, et Érasistrate (300-230 avant J.-C.). Tous deux vivent à Alexandrie sous le roi Ptolémée I[er] ; celui-ci y autorise des dissections humaines sur des gladiateurs morts ou même blessés dans les jeux du cirque. Mais en dehors de ces cas, comme dans la Grèce et à Rome, les dissections humaines sont interdites par respect pour les morts.

5. En conclusion

Hippocrate a fait plus de médecine que d'anatomie : il a interprété les symptômes des malades qui venaient dans le temple d'Esculape à Cos. C'est par l'interrogatoire et une observation attentive, concentrée et perspicace qu'il a pu déterminer les profils cliniques d'un certain nombre de symptômes en les reliant entre eux et dans leurs évolutions respectives.

Son objectif n'était pas l'anatomie ; pour lui, les tendons sont des nerfs et un tube creux est une artère – ainsi, la trachée a été longtemps dénommée « trachée-artère » depuis Hippocrate.

Aristote est un philosophe ; il n'a fait de l'anatomie que dans le but de différencier l'homme des animaux.
On peut considérer que Galien a fait autant de médecine que d'anatomie ; mais, en dehors des fractures, il a repris le message hippocratique sans faire le lien entre ses connaissances anatomiques et ses observations cliniques.

II. Comprendre

La transmission du savoir se fait par les parchemins et le travail des copistes. Les documents écrits demeurent rares. Il s'agit d'une transmission très fragile.
Les documents sont gardés dans des bibliothèques peu nombreuses. L'incendie de la bibliothèque d'Alexandrie fondée par Ptolémée Sôter (367-283 avant J.-C.), qui aurait contenu jusqu'à sept cent mille volumes, s'est déclenché une première fois en 48 avant J.-C., après l'entrée de Jules César à Alexandrie, puis à nouveau en 391 après J.-C.
La seconde cause de la fragilité de ce savoir est que seuls les lettrés ont accès aux textes anciens.

1. Au Moyen Âge

Au Moyen Âge, la médecine répète, tant pour la connaissance médicale que pour l'anatomie, ce qu'a écrit et dit Galien.
Après une période où les malades ou les blessés sont soignés dans les monastères, se créent deux écoles de médecine de tradition hippocratique : la première à Salerne sur la côte amalfitaine en 1180 après J.-C. par Constantin l'Africain – il s'agit du premier enseignement certifié par un diplôme – ; la seconde à Montpellier en 1200 après J.-C. à partir des lettrés juifs et arabes qui apportent les connaissances médicales. L'une et l'autre résultent de l'arrivée de médecins venus du pourtour de la Méditerranée, Méditerranée de l'Est pour Salerne, Méditerranée de l'Ouest pour Montpellier. Dans chaque cas, c'est la transmission du savoir hippocratique par une tradition arabe qui est à l'origine de ces deux écoles de médecine. L'école de médecine de Salerne sera transférée à Naples ; seul Montpellier continue au même endroit la tradition hippocratique – comme le rappelle la fière devise de la faculté de médecine de Montpellier : « *Olim Cous, nunc monspeliensis Hippocrates* » (« Autrefois de Cos, maintenant Hippocrate est de Montpellier »).

L'anatomie répète Galien

Les dissections sont interdites, comme cela l'était initialement au temps des Romains. À la demande des chirurgiens anatomistes, en particulier Guy de Chauliac à Montpellier, ceux-ci obtiennent le droit de disséquer un condamné à mort pendu. Ils le demandent dans le but de faire progresser la chirurgie. Avicenne (1080-1150), le prince des médecins, reprend la médecine hippocratique ; il est un des premiers à commencer à établir une relation entre anatomie et chirurgie.

2. La révolution de l'imprimerie

En 1450 à Mayence, Gutenberg invente l'imprimerie. Les parchemins anciens, pièces rares et fragiles, sont alors imprimés en grand nombre et diffusés. Les textes anciens deviennent accessibles à un plus grand nombre

et pas seulement aux seuls lettrés. Ainsi, Galien se trouve imprimé plus de mille deux cents ans après sa mort. C'est pourquoi beaucoup de « scientifiques » de cette époque sont en fait des professeurs de latin et de grec.

3. Léonard de Vinci

Bien que ce soit un aspect peu connu de son génie, Léonard de Vinci (1452-1519) est un anatomiste tout à fait admirable, comme le montrent ses dessins anatomiques gardés au château de Windsor. Il démontre une grande perfection dans les descriptions des structures anatomiques. Ce qui est remarquable, c'est la réalisation des coupes, qu'il s'agisse des coupes du tronc, des coupes des membres, avec leur valeur topographique ; il faudra attendre le XIXe siècle pour que des coupes identiques soient reprises.
Mais Léonard de Vinci est un artiste autant qu'un anatomiste – comme le rappelle la figure de l'homme de Vitruve, l'homme susceptible de s'inscrire aussi bien dans un cercle que dans un carré – et il n'a pas publié d'ouvrages d'anatomie correspondant à ses travaux originaux.

Quelques références...

Hippocrate – *Connaître, soigner, aimer.* Points, Paris, 1999.

Aristote – *Histoire des animaux.* Collection Folio Essais, n° 241. Gallimard, Paris, 1994.

Aristote – *De la génération des animaux.* Belles Lettres, Paris, 2001.

Aristote – *Petits traités d'histoire naturelle.* Belles Lettres, Paris, 2001.

Galien C. – *Œuvres médicales choisies.* Vol. 1. Collection Tel. Gallimard, Paris, 1994.

Léonard de Vinci – *Les Carnets.* Vol. 1, Anatomie, pp. 100-200. Collection Tel. Gallimard, Paris, 2001.

Mondor H. – *Anatomistes et chirurgiens.* Fragrance, Paris, 1949.

4. La révolution anatomique : André Vésale

André Vésale (1514-1564) est le premier à avoir étudié l'anatomie comme une science.
Contrairement à ses maîtres – en particulier Sylvius, qui était un fin lettré mais pas un scientifique –, André Vésale a une démarche scientifique.
À cette époque, les maîtres étaient en réalité des savants capables de lire le latin et le grec : de leur chaire, ils lisaient Galien pendant qu'un prosecteur, le plus souvent un barbier, disséquait la région censée être décrite par le maître.
André Vésale, formé à Louvain et jeune étudiant à Paris, demande à prendre la place du prosecteur. Il constate les erreurs qui apparaissent entre la description que fait le maître et les constations de la dissection qu'il est en train de réaliser sous sa dictée. Il décide alors d'interpréter toutes les structures : il vérifie par lui-même, tout en attribuant à chaque auteur ancien ce qui lui revient. Son traité d'anatomie, le *De Humani Corporis Fabrica*, publié à Bâle par Oporinus en 1543, est un remarquable ouvrage tant par la précision des descriptions que par la discussion sur les descriptions faites par les auteurs qui l'ont précédé.
C'est dans la lignée de Vésale et après lui que William Harvey (1578-1657) publie le *De Motu Cordis et Sanguinis* en 1628, première description de la circulation sanguine.

L'acquis fondamental est la démarche scientifique de Vésale, comme le montrent les gravures le représentant : observation, confrontation avec les auteurs anciens, écriture et introduction – révolution pour l'époque – du dessin anatomique dans les livres.

5. La révolution chirurgicale : Ambroise Paré

Contemporain d'André Vésale, Ambroise Paré (1509-1590) développe la chirurgie.
Il s'appuie sur les travaux de Vésale et sur ses propres travaux anatomiques. Il a fait faire des progrès prodigieux à la chirurgie en inventant la ligature des artères qui, jusque-là, étaient cautérisées au fer rougi au feu.
Appliquant l'anatomie à la chirurgie, il est considéré comme le père de la chirurgie moderne.

6. Essor de l'anatomie en tant que science médicale

À partir d'André Vésale, l'anatomie est la seule science médicale enseignée dans les facultés de médecine. Elle va connaître un essor prodigieux dans tous les domaines : étude du système nerveux par Nicolas Sténon (1638-1686), Thomas Willis (1621-1675), Félix Vicq d'Azyr (1748-1794), mais aussi anatomie générale par de très nombreux auteurs, en particulier Winslow, Bartholin, etc. Au XVIIIe siècle, l'Encyclopédie de d'Alembert et Diderot comporte un atlas d'anatomie. Toute la partie médicale est réalisée avec la participation de Bordeu (1722-1776) et de Barthez (1734-1806) ; ces deux médecins sont les fondateurs du vitalisme, première étape de ce qui va aboutir à la méthode anatomoclinique : l'homme n'est pas seulement malade parce que l'environnement lui est défavorable mais parce qu'il porte en lui-même la source de la maladie.
Aux XVIIe et XVIIIe siècles, se développent des leçons d'anatomie dans le cadre des écoles de médecine ou en public. Celles-ci sont souvent représentées sur des tableaux ; l'une des plus célèbres est *La Leçon d'anatomie du professeur Tulp* par Rembrandt qui se trouve à Amsterdam. Ce tableau confirme l'étude scientifique de l'anatomie initiée par Vésale : on y remarque en effet la dissection méthodique par le maître, le livre qui se trouve à l'extrémité de la table de dissection et qui comporte les écrits des anciens et l'élève qui prend des notes. L'anatomie au XVIIIe siècle est une source d'inspiration pour les artistes (sujets anatomiques disséqués dans les conditions de vie comme pour Gamelin), les inventeurs (procédé d'impression polychrome des dessins de Gautier d'Agoty).

7. La médecine des XVIIe et XVIIIe siècles

La médecine dans la même période reste celle des humeurs et on se rappelle *Le Médecin malgré lui* de Molière où l'anatomie n'a pas d'importance, le cœur peut se trouver à droite et le foie à gauche : « C'est comme cela qu'on les décrit maintenant. » Molière se moque des médecins qui, de toute façon, quelle que soit la situation purgent et font la saignée.
Pourtant, la chirurgie utilise l'anatomie. La chirurgie devient une discipline enseignée et reconnue en faculté de médecine grâce à François Gigot de Lapeyronie au milieu du XVIIIe siècle. Ceci s'accompagne de la disparition des barbiers chirurgiens, qui n'étaient pas médecins. Et, comme mentionné plus haut, il y a parallèlement évolution de la médecine avec Bordeu et Barthez, impliquant la nature du corps dans sa propre maladie.

III. Agir

1. La méthode anatomoclinique

La révolution provient de la méthode anatomoclinique inventée par Xavier Bichat. Il s'agit d'un nouveau paradigme : la maladie n'est pas due à un dérèglement de la nature, mais à un organe malade. Il importe, et c'est la démarche de Xavier Bichat, de réaliser des autopsies afin de comprendre en *post mortem* les symptômes que l'on observait durant la phase de la maladie par la clinique.
C'est la naissance de l'anatomie pathologique (par un chirurgien, Dupuytren ; un médecin, Laennec ; un anatomiste, Cruveilhier), c'est-à-dire l'analyse anatomique des maladies. Il s'agit d'une période prodigieuse dans l'étude des liens entre les symptômes observés et les lésions anatomiques. C'est ainsi qu'ont été découvertes les localisations cérébrales (Broca et l'aphasie motrice). Par cette méthode, les leçons anatomocliniques permettent d'aboutir à une médecine plus scientifique, plus descriptive : à un symptôme correspond l'altération d'un organe ; ainsi, les relations dressées par Charcot pour les atteintes motrices, par Bouillaud pour les maladies cardiologiques, par Félix Guyon pour les symptômes urinaires. Laennec met au point l'auscultation pulmonaire en 1816.

2. L'anesthésie

Grâce à l'anesthésie, la chirurgie va pouvoir étendre son domaine ; pour cela, il importe que le savoir anatomique soit précis afin que l'acte chirurgical soit plus préservateur et réparateur que destructeur.

3. La révolution de l'imagerie : l'anatomie du vivant

En 1895, Roentgen découvre les rayons X. À partir de lui, les rayons X vont être utilisés pour mettre en évidence les os puis, par les moyens d'opacification, les différents conduits, canaux, vaisseaux.
En 1960, Hounsfield invente le scanner à rayons X, réalisation de coupes anatomiques sur le vivant.
En 1980, la résonance magnétique nucléaire (IRM) trouve son application médicale : on peut obtenir des coupes du corps humain sans irradiation en utilisant seulement la captation des protons hydrogène sur une coupe donnée.
Ainsi, sur une coupe anatomique d'aujourd'hui, on peut observer des structures osseuse, musculaire, vasculaire, graisseuse avec une définition qui se rapproche de celle que l'on peut observer sur des coupes anatomiques *post mortem*. Les atlas de coupes anatomiques du début du XXe siècle, initialement scientifique (Doyen, Roy-Camille, etc.), prennent une dimension pratique.

4. Que devient l'anatomie ?

L'anatomie est indispensable en coupe pour apprendre à lire les images, en chirurgie pour savoir les variations et les rapports avec de plus en plus de précisions et en clinique comme fondement de l'observation et de l'examen clinique.
La médecine, longtemps médecine d'observation, devient au cours du XXe siècle une médecine thérapeutique. Il ne s'agit plus comme du temps de la médecine hippocratique de laisser faire la nature mais de forcer la

nature ou de l'aider : les antibiotiques aident la nature à lutter contre l'infection, les hormones suppléent aux sécrétions endocrines absentes ou déficientes, les antimitotiques forcent la nature contre les tumeurs.
Le serment écrit par Hippocrate, serment du médecin, est toujours solennellement prêté lors des doctorats en médecine après la soutenance de la thèse. Au moment où, de plus en plus, l'éthique dans les rapports entre l'homme et les autres hommes, l'homme et l'acquisition de son savoir, devient un des éléments de la réflexion, l'anatomie rappelle de façon visible le premier objet du respect pour le médecin qu'est le corps humain tel qu'il lui est confié pour le guérir.

Extrait du serment d'Hippocrate

« Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

« Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père. Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque ! »

Sur le plan scientifique, l'anatomie est à la croisée des connaissances nouvelles (génétique, biologie moléculaire) et de techniques nouvelles (biomatériaux) ; l'anatomie rappelle ainsi aux médecins l'objet incontournable de la médecine : le corps humain.
Aujourd'hui, il n'est pas en médecine une forme d'anatomie mais plusieurs et on peut considérer l'anatomie comme descriptive, topographique, fonctionnelle, avec ses applications à l'imagerie, la chirurgie, la cœlioscopie, la morphologie expérimentale, l'anatomie comparée, l'anatomie microscopique et du développement, et celle du système nerveux (dans les neurosciences).

POINTS CLÉS

- La médecine et l'anatomie sont apparues comme démarche logique dans l'Antiquité grecque et latine, avec Hippocrate, Aristote, Galien, sans lien entre eux.
- L'anatomie a connu une révolution scientifique avec Vésale au XVI[e] siècle. La médecine est restée encore empirique.
- La révolution anatomoclinique, initiée par Xavier Bichat au XIX[e] siècle, a relié la pathologie à un dysfonctionnement organique.
- L'anatomie est la base indispensable aujourd'hui des progrès techniques en imagerie et en chirurgie.
- La génomique et la protéomique doivent toujours se référer à l'organe anatomique dont elles étudient les mécanismes.

ENTRAÎNEMENT

QCM

1. Qui est considéré comme le premier anatomiste de l'Antiquité ?

- ❑ **A.** Platon.
- ❑ **B.** Aristote.
- ❑ **C.** Hippocrate.
- ❑ **D.** Ptolémée Sôter.
- ❑ **E.** Galien.

2. Quelle est la première faculté de médecine d'inspiration hippocratique encore existante ?

- ❑ **A.** Cos.
- ❑ **B.** Athènes.
- ❑ **C.** Rome.
- ❑ **D.** Salerne.
- ❑ **E.** Montpellier.

3. Qui est considéré comme le père de l'anatomie moderne ?

- ❑ **A.** Guy de Chauliac.
- ❑ **B.** Ambroise Paré.
- ❑ **C.** André Vésale.
- ❑ **D.** William Harvey.
- ❑ **E.** Nicolas Sténon.

4. Concernant la méthode anatomoclinique (une réponse inexacte) :

- ❑ **A.** Elle a été inventée par Bordeu et Barthez.
- ❑ **B.** Elle consiste à relier un symptôme à un organe malade.
- ❑ **C.** Elle a été appliquée à tous les organes.
- ❑ **D.** Elle a donné naissance à l'anatomopathologie.
- ❑ **E.** Elle est apparue au XIXe siècle.

5. Dans quel domaine médical Charcot a-t-il appliqué la méthode anatomoclinique ?

- ❑ **A.** Urologie.
- ❑ **B.** Cardiologie.
- ❑ **C.** Pneumologie.
- ❑ **D.** Neurologie.
- ❑ **E.** Chirurgie.

6. Dans quel domaine médical, l'anatomie n'a pas aujourd'hui d'applications directes ?

- ❑ **A.** Imagerie.
- ❑ **B.** Chirurgie.
- ❑ **C.** Robotique.
- ❑ **D.** Biologie moléculaire.
- ❑ **E.** Médecine.

Pour les corrections, se reporter à la page 299.

3 Appareil osseux

Les os sont des organes durs de couleur blanche qui sont reliés les uns aux autres par des articulations. Les os sont enveloppés par du tissu fibreux dénommé périoste. L'ensemble des os constitue le squelette.

I. Formation des os

L'ossification des os se déroule de deux façons :
- l'ossification enchondrale, c'est-à-dire à partir d'une maquette cartilagineuse ;
- l'ossification membraneuse, ou fibreuse, par ossification directe du tissu conjonctif sans ébauche cartilagineuse préalable.

1. Ossification enchondrale

L'ossification enchondrale présente plusieurs phases. Dans un premier temps, le périchondre édifie, autour de l'ébauche cartilagineuse, une enveloppe d'os périchondral cerclée d'une enveloppe d'os périostique. Dans un deuxième temps, le cartilage se transforme en os enchondral. Au niveau des os longs, il persiste une lame de cartilage à la jonction entre épiphyse et diaphyse, dénommée cartilage de conjugaison, qui permet la croissance en longueur de l'os. L'os enchondral se résorbe au centre de la diaphyse pour former le canal médullaire et, en périphérie, l'os périostique s'épaissit. Dans un troisième temps, l'os périostique et l'os enchondral sont remplacés par de l'os compact. Le plus souvent, l'ossification débute au centre de l'os au niveau de ce que l'on nomme un point d'ossification.

2. Ossification membraneuse

L'ossification membraneuse se produit au niveau des os de la calvaria (voûte du crâne), de la face et de la clavicule. Cette ossification apparaît

dans le tissu mésenchymateux sous la forme d'os fibreux entouré par de l'os périostique. Puis ces deux éléments disparaissent pour laisser la place à de l'os compact.

3. Croissance osseuse

- La croissance des os en épaisseur est assurée à partir du *périoste*.
- La croissance des os longs en longueur est assurée à partir du *cartilage de conjugaison*.
- La croissance en surface des os du crâne se fait par la périphérie au niveau des zones de *sutures osseuses* (articulation fibreuse non encore ossifiée située entre deux os).

II. Description du squelette

L'ensemble du squelette est constitué de deux cent huit os constants. Cependant, ce chiffre peut être supérieur car il peut exister des os surnuméraires ou des os doubles.

A. **Squelette axial**

1. Définition

Le squelette axial est constitué par les os de la colonne vertébrale, de la tête, du thorax et l'os hyoïde.

2. Constitution

a. *Colonne vertébrale*

La colonne vertébrale (fig. 3.1) est séparée en deux parties, colonne mobile et colonne fixe :
- la *colonne mobile* est formée par des vertèbres indépendantes et mobiles les une par rapport aux autres ; elle comprend sept vertèbres cervicales, douze vertèbres thoraciques et cinq vertèbres lombales ;
- la *colonne fixe* est formée de vertèbres soudées qui constituent deux os situés à la partie caudale de la colonne vertébrale : le sacrum (cinq vertèbres sacrales fusionnées) et le coccyx.

b. *Tête*

La tête est constituée par les os du crâne et les os de la face (fig. 3.2 à 3.6).

▸ Os du crâne

Les os du crâne comprennent deux os pairs et quatre os impairs :
- os pairs :
  - l'*os pariétal*, situé à la partie latérale de la calvaria (voûte du crâne), de part et d'autre de la ligne médiane ; il est le seul os de la calvaria qui ne participe pas à la formation de la base du crâne,
  - l'*os temporal*, constitué embryologiquement par la réunion de trois pièces osseuses : la partie squameuse qui participe à la calvaria, la partie pétreuse qui participe à la base du crâne et la partie tympanique qui participe à la formation du méat acoustique externe. Dans chaque os temporal se trouvent les trois osselets de l'ouïe (malleus, incus et stapes), dont la fonction est de transmettre les sons dans l'oreille moyenne ;

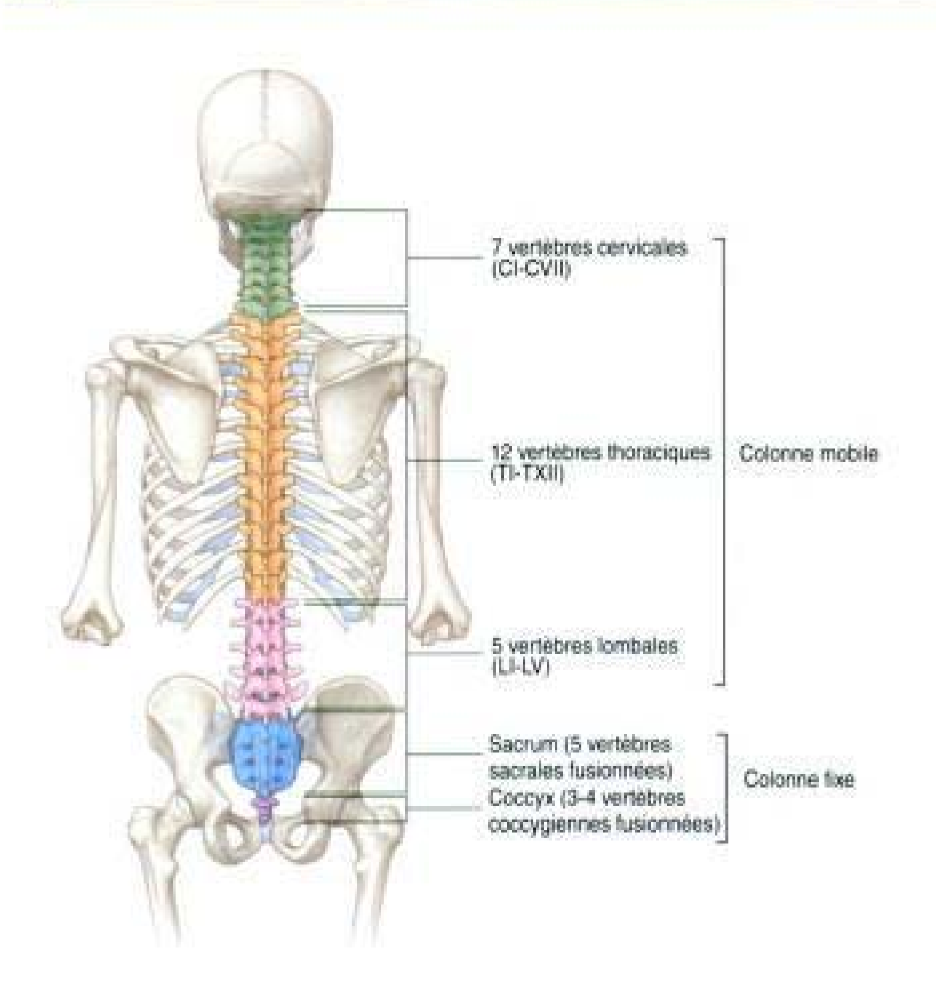


Fig. 3.1.
Vertèbres.

Os frontal
Glabelle
Nasion
Ouverture piriforme
Cornet nasal inférieur
Processus zygomatique
(du maxillaire)
Branche de la mandibule
Os maxillaire
Angle de la mandibule
Corps de la mandibule
Protubérance mentonnière
Tubercule mentonnier
Arcade sourcilière
Incisure
supraorbitaire (foramen)
Processus zygomatique
(de l'os frontal)
Os nasal
Processus frontal (du maxillaire)
Os zygomatique
Foramen infraorbitaire
Crête nasale
Épine nasale antérieure
Processus alvéolaire
Ligne oblique
Partie alvéolaire de la mandibule
Mandibule
Foramen mentonnier

Fig. 3.2.
Vue antérieure du crâne.

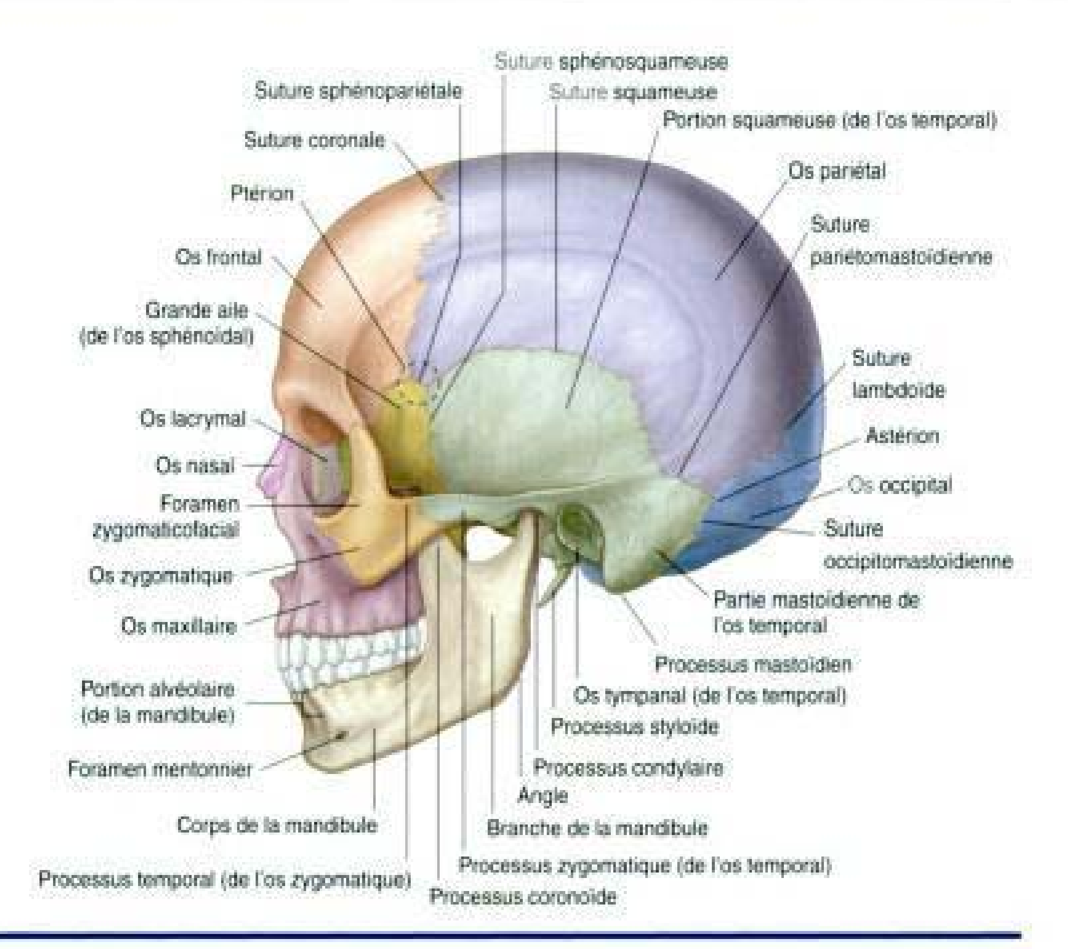


Fig. 3.3.
Vue latérale du crâne.

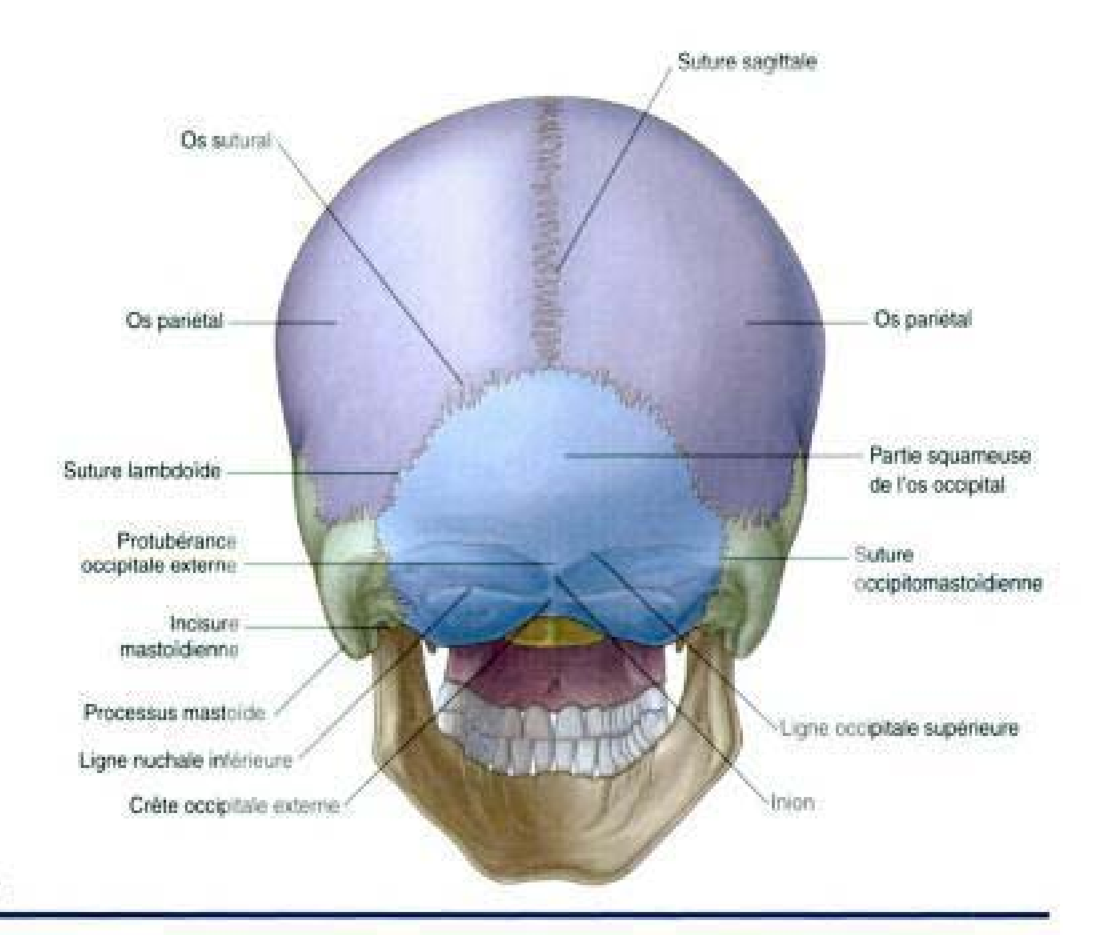


Fig. 3.4.
Vue postérieure du crâne.

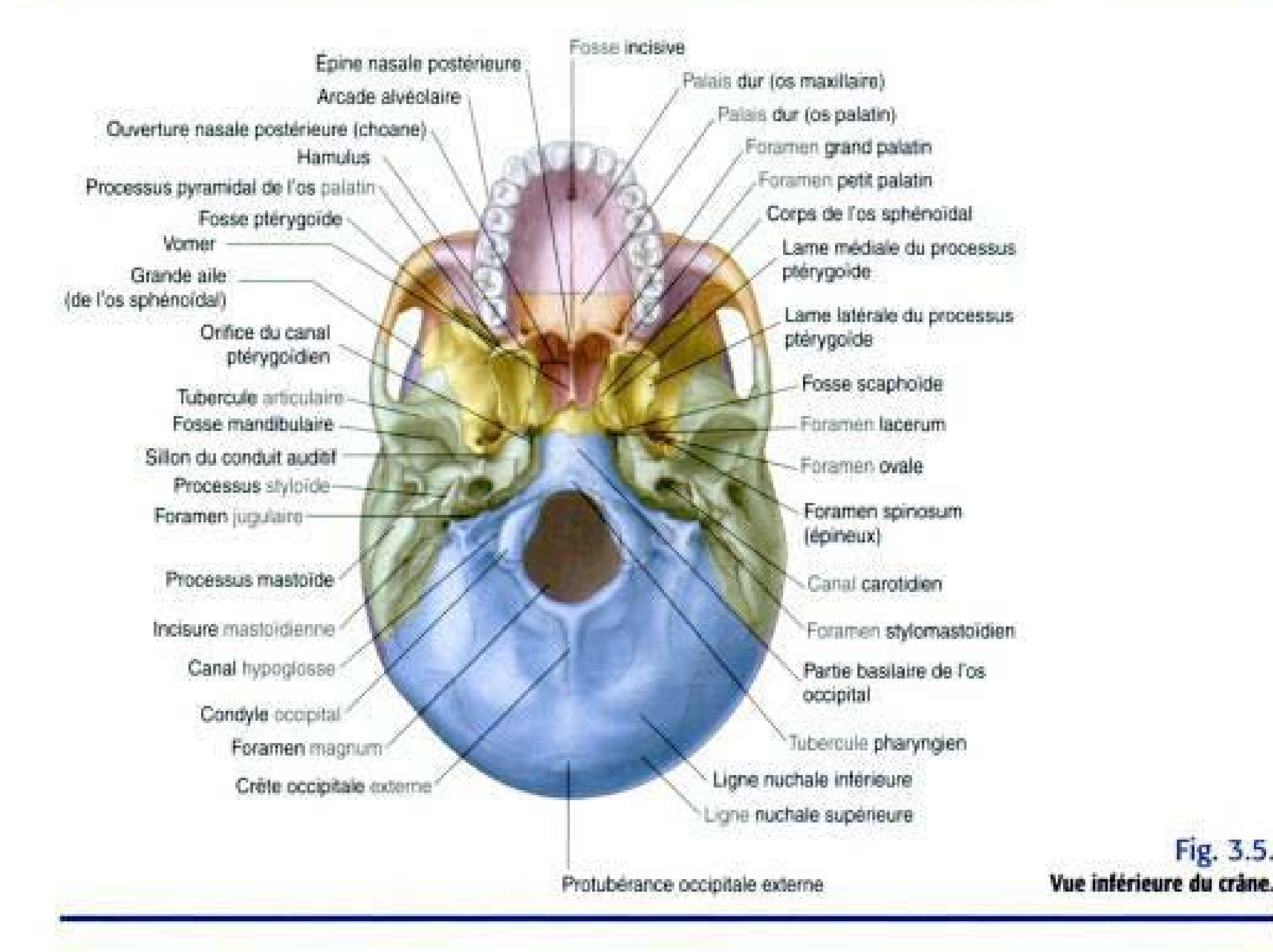


Fig. 3.5.
Vue inférieure du crâne.

Cavité crânienne
Lame criblée
Crista galli
Lame orbitaire de l'os frontal
Orbite
Orbite
Cellules ethmoïdales moyennes
Lame orbitaire du labyrinthe ethmoïdal
Bulle ethmoïdale
Lame perpendiculaire
Cavités nasales
Sinus maxillaire
Sinus maxillaire
Processus incinatus
Cavité orale
Cornet nasal inférieur
Processus palatin de l'os maxillaire
Vomer

Fig. 3.6.
Coupe coronale du crâne.
En vert : l'os ethmoïdal.

- os impairs :
  - l'*os frontal*, situé à la partie antérieure du crâne, au-dessus de la face ; il est creusé par les sinus frontaux qui communiquent avec la cavité nasale,
  - l'*os ethmoïdal*, qui est l'os central de la base du crâne et de la face ; il est constitué de quatre parties :
    - une lame verticale et sagittale dont la partie inférieure (lame perpendiculaire) participe à la formation du septum nasal et dont la partie supérieure forme la crista galli,
    - une lame horizontale perpendiculaire à la précédente, dénommée lame criblée, qui est traversée par les filets du nerf olfactif,

- deux masses latérales, dénommées labyrinthes ethmoïdaux, qui participent à la formation des parois latérales de la cavité nasale et sont creusées par des demi-cellules qui participent à la formation des sinus ethmoïdaux,

– l'*os sphénoïdal*, situé à la partie moyenne de la base du crâne, compris entre l'os frontal et l'os ethmoïdal en avant, l'os occipital et les os temporaux en arrière. Il présente un corps qui contient la selle turcique dans laquelle se place l'hypophyse. De chaque côté du corps du sphénoïde s'attachent une petite aile en haut et une grande aile en bas. À la face inférieure du corps s'attachent les deux processus ptérygoïdes,

– l'*os occipital*.

▸ Os de la face

Les os de la face limitent les cavités orale, nasale et orbitaires :

- l'*os zygomatique* (os pair), qui participe à la formation des parois latérale et inférieure de l'orbite ;
- l'*os nasal* (os pair), situé à la partie antérieure de la face. Les deux os nasaux articulés entre eux sur la ligne médiane sont placés entre les deux orbites et constituent un relief antérieur de la face ;
- l'*os lacrymal* (os pair), qui participe à la formation de la fosse du sac lacrymal et est localisé dans la paroi médiale de l'orbite ;
- le *vomer* (os impair), qui participe à la constitution du septum nasal ; il est situé à la partie postérieure et inférieure de ce septum ;
- le *cornet nasal inférieur* (os pair), situé à la partie inférieure de la paroi latérale de la cavité nasale ;
- l'*os palatin* (os pair), qui forme la partie postérieure du palais osseux ; il participe à la paroi latérale de la cavité nasale et à la partie la plus postérieure du plancher de l'orbite ;
- l'*os maxillaire* (os pair), constituant le squelette de la mâchoire supérieure. Il participe à la fois à la formation de la paroi inférieure de l'orbite, à la paroi latérale de la cavité nasale, à la partie antérieure du palais osseux. Il porte les dents supérieures. Il est creusé d'une cavité aérique, le sinus maxillaire, qui fait partie des sinus du nez ;
- la *mandibule* (os impair), qui contribue à former la cavité orale. Elle a une forme en « fer à cheval » à concavité postérieure. Elle présente trois parties : une partie inférieure, dénommée corps, et deux branches droite et gauche dont l'extrémité supérieure est formée de chaque côté par un processus condylaire. Ce processus condylaire appartient à l'articulation temporomandibulaire qui suspend la mandibule à la base du crâne. La mandibule porte les dents inférieures.

Les cavités de la face

Les différents os de la face permettent de limiter les quatre cavités de la face (cavité nasale, cavité orale, orbites et fosse infratemporale) :

– La cavité nasale est une cavité médiane de la face, limitée en avant par les narines et en arrière par les choanes (limite entre la cavité nasale et le pharynx nasal), et est séparée en deux par une cloison médiane, le septum nasal. Elle est située au centre de la face, sous la base du crâne, en dedans des orbites et au-dessus de la cavité orale.

▸

– Les orbites forment deux profondes cavités entre le crâne et la face. Elles contiennent le bulbe de l'œil et ses annexes. Chaque orbite est latérale par rapport à la partie supérieure de la cavité nasale, et située au-dessus du sinus maxillaire.

– La fosse infratemporale est située en dedans de la branche de la mandibule, en arrière du maxillaire, sous la partie horizontale de la grande aile de l'os sphénoïdal, en dehors du processus ptérygoïde de l'os sphénoïdal.

– La cavité orale est le segment initial du tube digestif. Elle est située sous les orbites et les cavités nasales, en dedans des fosses infratemporales. Elle est limitée en haut par le maxillaire et le palatin et en bas par la mandibule et les muscles du plancher buccal. En avant, elle est limitée par les arcades dentaires des os maxillaires et de la mandibule ; en arrière, elle est séparée du pharynx oral par l'isthme de la glotte.

c. *Squelette thoracique*

Le squelette thoracique comprend *douze paires de côtes* et le *sternum*, os plat situé à la partie antérieure et médiane du thorax (fig. 3.7). Les sept premières paires de côtes sont attachées en arrières à la vertèbre correspondante et en avant au sternum. Elles sont dénommées « vraies côtes ». Les trois côtes suivantes sont fixées en avant au cartilage sus-jacent et

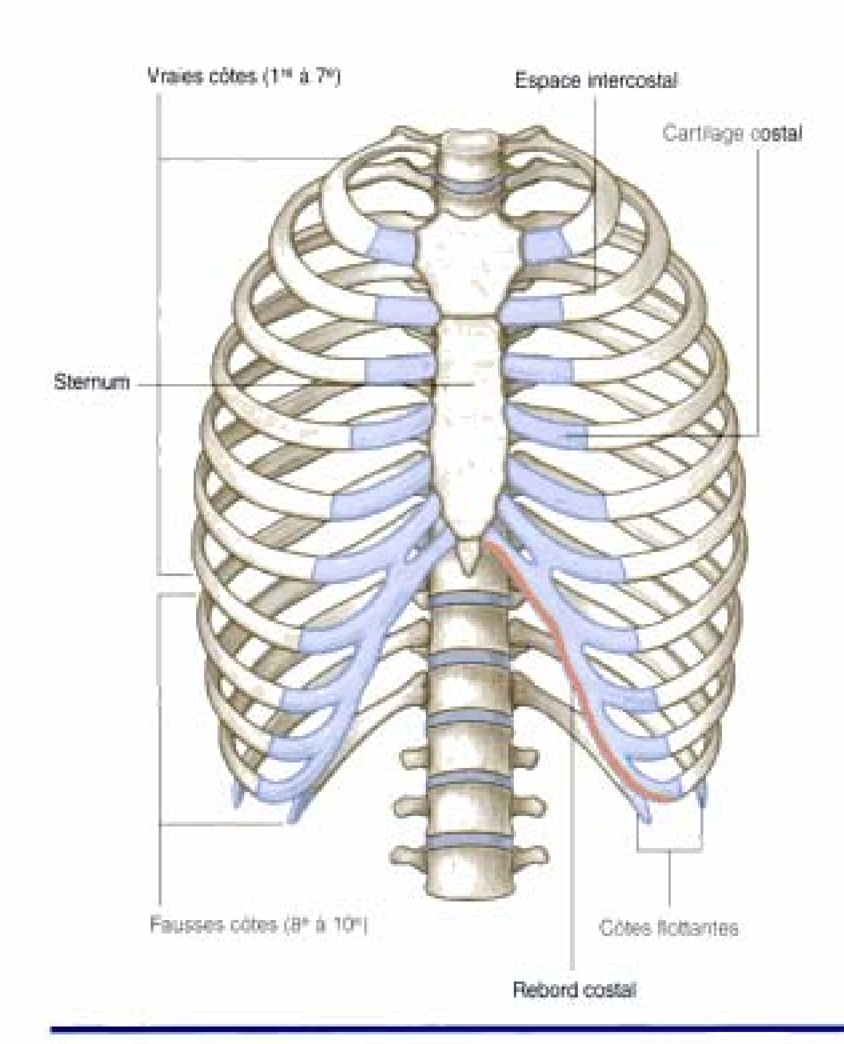


Fig. 3.7.
Côtes et sternum.

sont dénommées « fausses côtes ». Les deux dernières sont dites « côtes flottantes » car elles ne sont pas fixées en avant au sternum.

d. *Os hyoïde*

Cet os impair et médian, en forme de « U », est situé à la partie supérieure et antérieure du cou, à la jonction entre la face et le cou, au-dessus du larynx, en regard de la quatrième vertèbre cervicale, au niveau de l'angle formé par la face antérieure du cou et le plancher buccal. Cet os n'est articulé avec aucun autre os. Il est suspendu par de nombreuses insertions musculaires (fig. 3.8 et 3.9).

B. **Squelette appendiculaire**

1. Définition

Le squelette appendiculaire est constitué par les os des membres supérieurs et inférieurs.

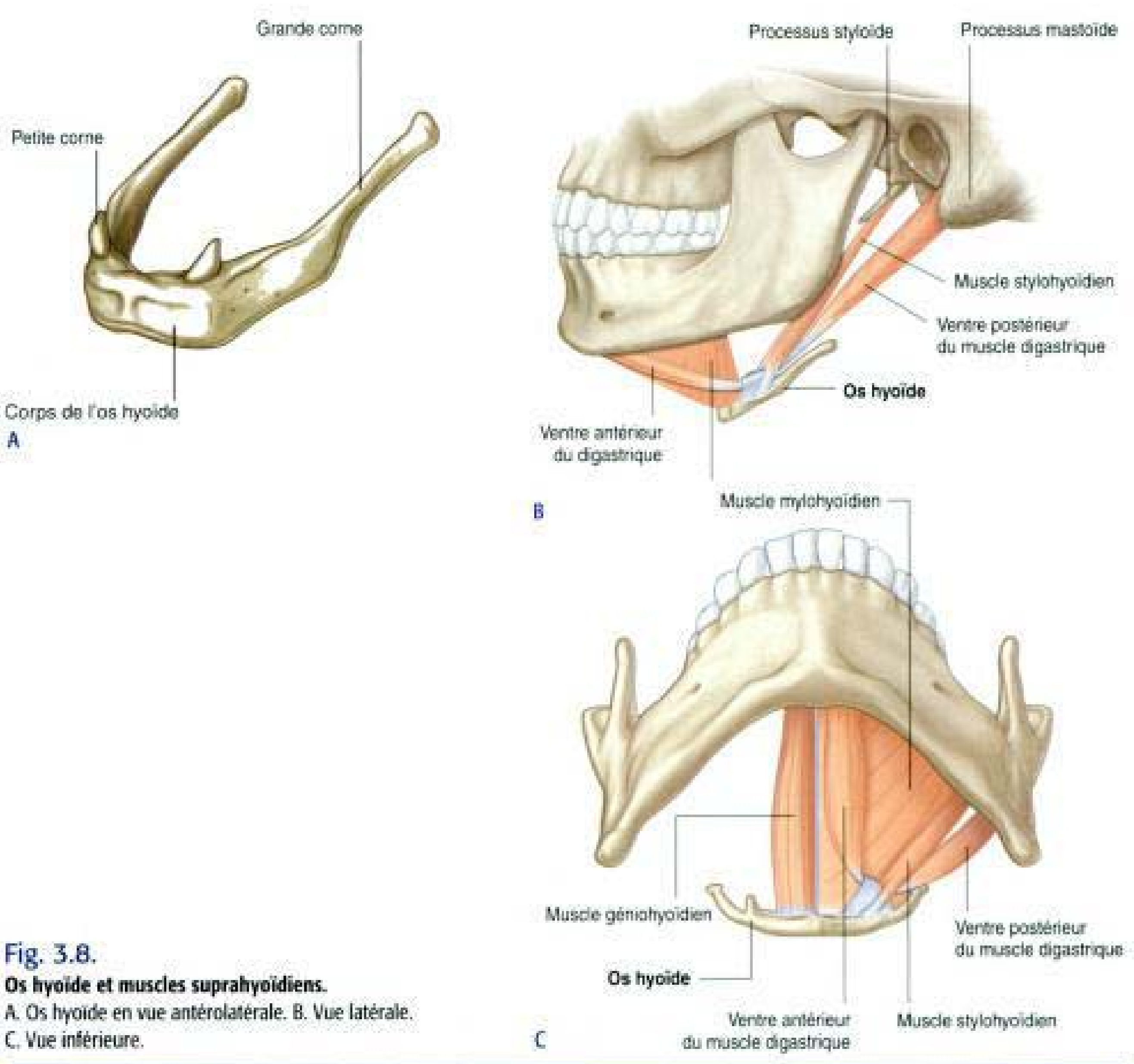


Fig. 3.8.
Os hyoïde et muscles suprahyoïdiens.
A. Os hyoïde en vue antérolatérale. B. Vue latérale.
C. Vue inférieure.

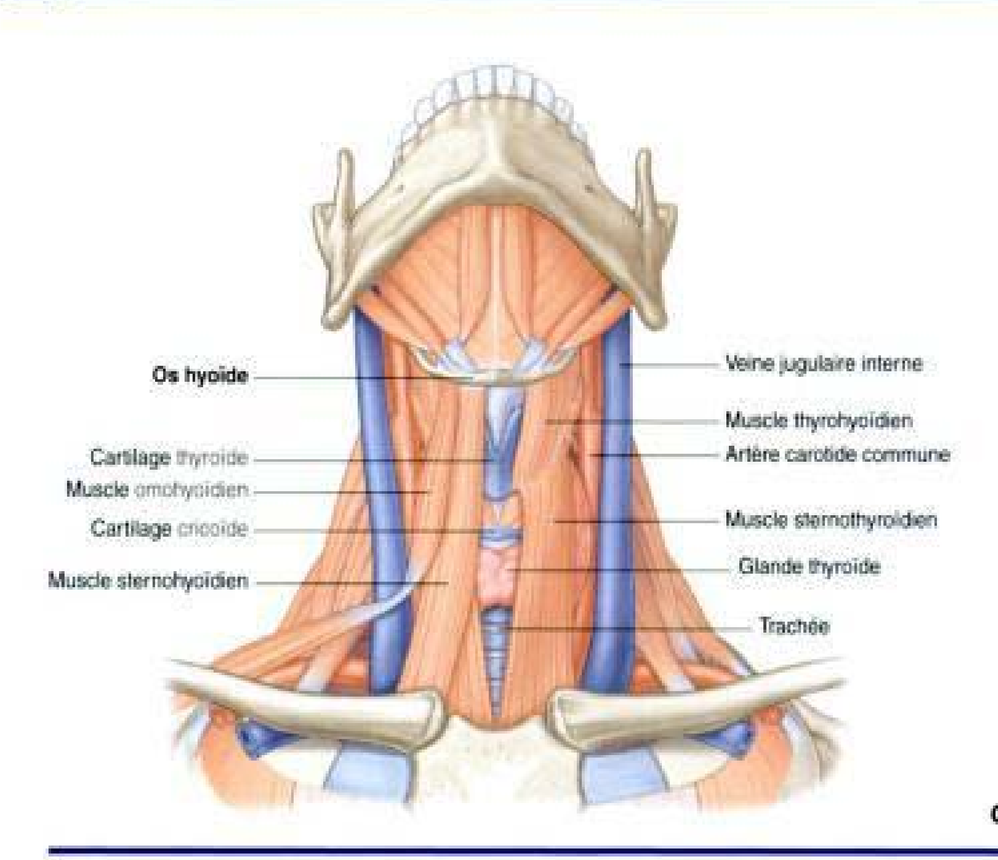


Fig. 3.9.
Os hyoïde et muscles infrahyoïdiens.

2. Constitution

Il est formé d'une ceinture (ensemble des pièces osseuses rattachant un membre au tronc), d'un premier rayon avec un seul élément, puis de deux rayons, puis d'un ensemble de petits os de transition, enfin, en distal, de cinq rayons osseux.

a. *Membre supérieur*

Au niveau du membre supérieur (fig. 3.10), on distingue :

- la *ceinture scapulaire*, qui attache le membre supérieur au thorax et qui est formée de deux os, la clavicule et la scapula :
  - la *clavicule* est un os allongé situé à la partie antéro-supérieure du thorax, à la base du cou. Il présente une extrémité médiale renflée qui s'articule avec le sternum et une extrémité latérale qui s'articule avec la scapula,
  - la *scapula* est un os plat situé à la partie postéro-supérieure du thorax, en regard des sept premières côtes ;
- le *membre supérieur proprement dit*, qui comprend :
  - un os du bras, l'*humérus*, dont l'extrémité proximale est articulée avec la scapula au niveau de l'articulation glénohumérale (épaule) et dont l'extrémité distale est articulée avec les deux os de l'avant-bras (articulation du coude),
  - deux os de l'avant-bras : le *radius* et l'*ulna*. Le radius constitue le squelette latéral de l'avant-bras, l'ulna le squelette médial en position anatomique. Radius et ulna sont articulés l'un avec l'autre par deux articulations radio-ulnaires proximale et distale. Leur extrémité distale participe à l'articulation du poignet,

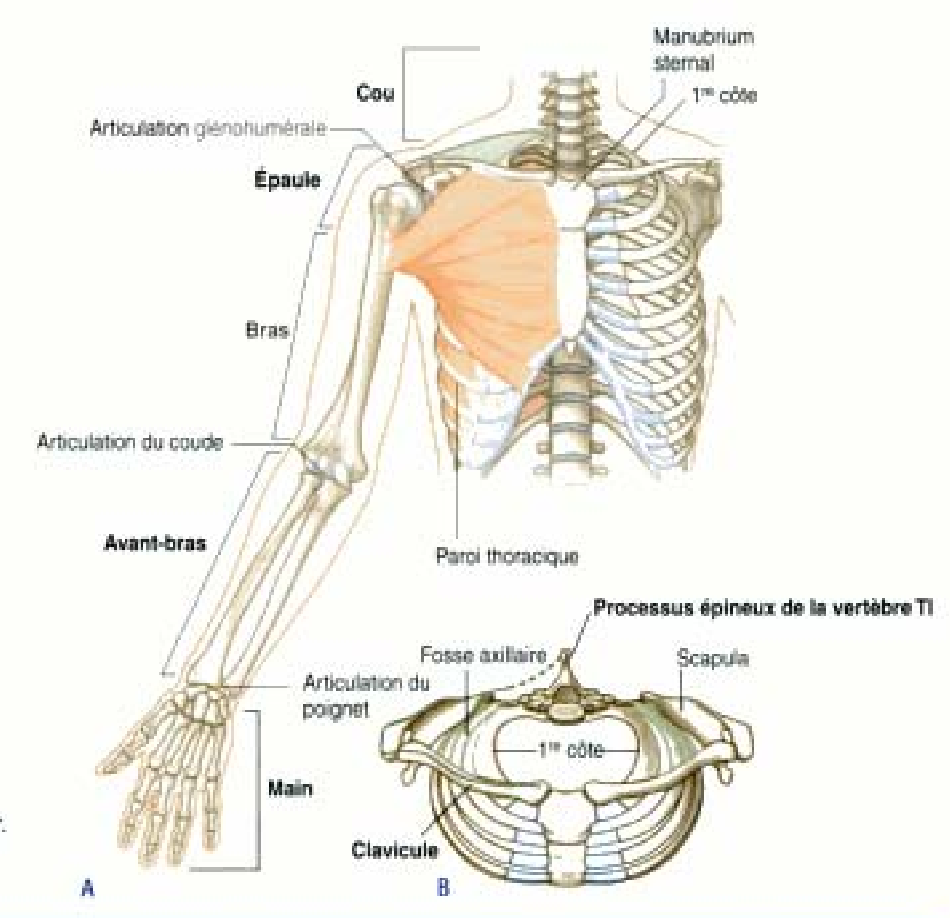


Fig. 3.10.
Membre supérieur.
A. Vue antérieure du membre supérieur.
B. Vue supérieure de la ceinture scapulaire.

- les *os du carpe* (fig. 3.11), disposés en deux rangées : une rangée proximale comprenant, du bord radial (latéral) au bord ulnaire (médial), le scaphoïde, le lunatum, le triquetrum et le pisiforme, et une rangée distale comprenant, du bord radial au bord ulnaire, le trapèze, le trapézoïde, le capitatum et le hamatum. Le carpe présente une face antérieure concave qui forme un sillon et une face postérieure convexe. La rangée proximale des os du carpe est unie au radius et à l'ulna, et la rangée distale aux os métacarpiens,
- les cinq *os métacarpiens* (fig. 3.11), qui forment le squelette de la paume de la main. Ils sont numérotés d'I à V en commençant par le pouce. Ils s'articulent en haut avec la rangée distale des os du carpe et en bas avec les premières phalanges des doigts,
- les doigts de la main (fig. 3.11), qui présentent deux *phalanges* pour le premier (le pouce) et trois phalanges (proximale, intermédiaire et distale) pour les suivants.

b. *Membre inférieur*

Au niveau du membre inférieur, on distingue :

- la *ceinture pelvienne*, qui attache le membre inférieur au sacrum ; elle est formée par les deux os coxaux (fig. 3.12, B). Ces deux os sont des os du pelvis (bassin) et de la hanche. Chaque os coxal a une forme d'hélice à deux pales, dont la pale inférieure est perforée par le foramen obturé. L'*os coxal* (fig. 3.12, A) est constitué embryologiquement par la réunion de trois parties :

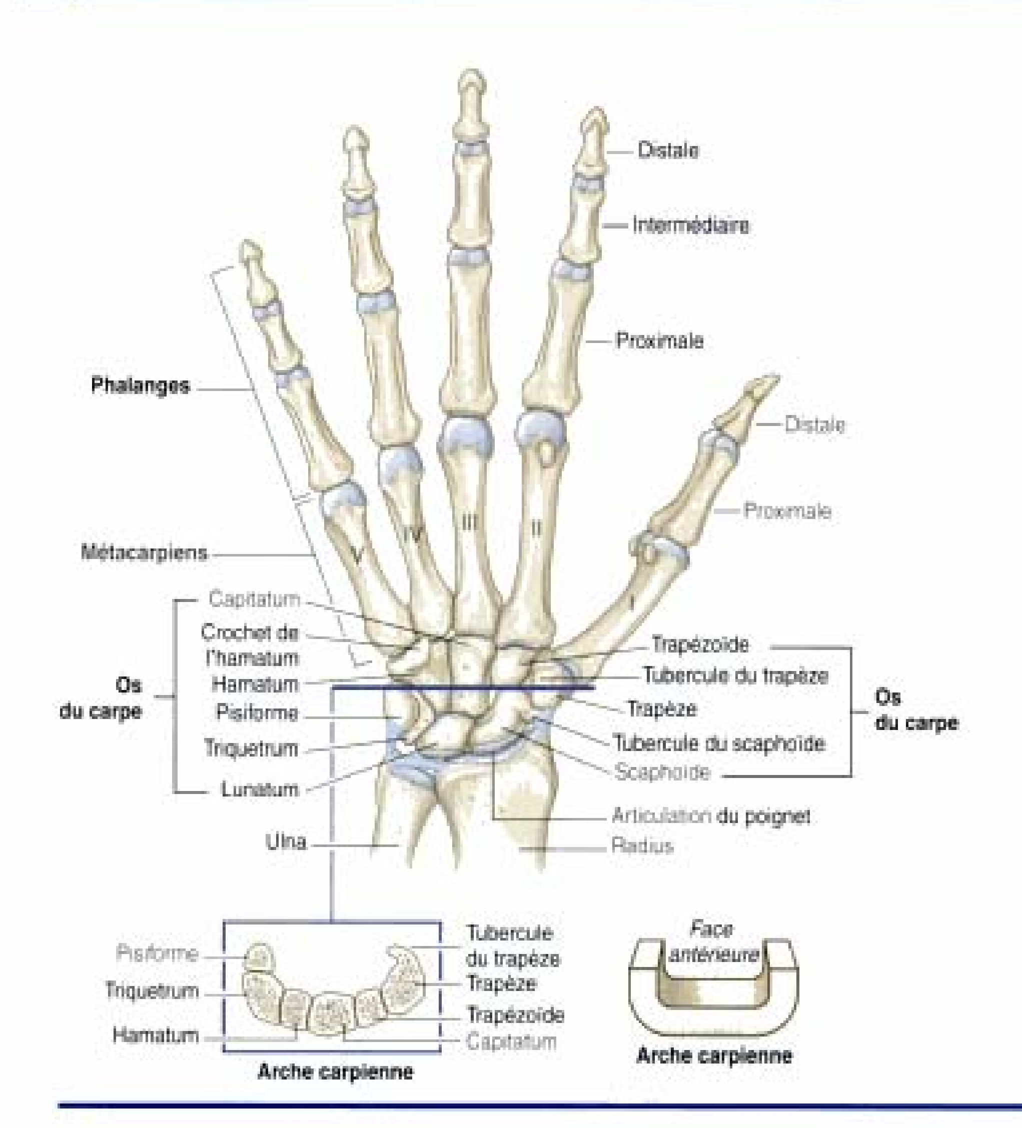
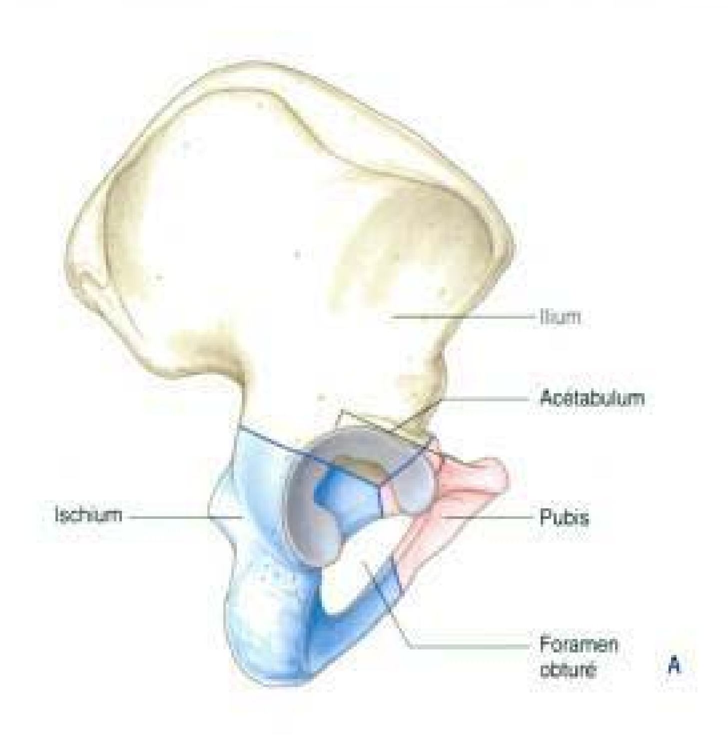


Fig. 3.11.
Main. Vue palmaire.
En cartouche : Coupe du carpe.

- l'*ilium*, partie supérieure de l'os qui constitue une vaste aile iliaque,
- l'*ischium*, partie postéro-inférieure de l'os, délimitant en arrière le foramen obturé,
- le *pubis*, partie antéro-inférieure de l'os, délimitant en avant le foramen obturé.

Ces trois parties de l'os coxal sont réunies au niveau de l'*acétabulum*, surface articulaire avec la tête du fémur pour former l'articulation coxofémorale ;

• le *membre inférieur proprement dit* (fig. 3.13), qui comprend :
  - un os de la cuisse, le *fémur*, dont l'extrémité proximale est articulée avec l'os coxal et dont l'extrémité distale est articulée avec le tibia et la patella,
  - la *patella*, à la face antérieure du genou, située dans le tendon du muscle quadriceps fémoral, en avant de l'extrémité distale du fémur,
  - deux os de la jambe : le *tibia*, qui constitue le squelette médial de la jambe, et la *fibula*, qui en constitue le squelette latéral. Tibia et fibula sont solidement unis l'un à l'autre par la membrane interosseuse et par les articulations tibiofibulaires proximale et distale. L'extrémité distale du tibia et celle de la fibula sont articulées avec le talus, constituant l'articulation de la cheville,
  - les *os du tarse* (fig. 3.14), qui sont groupés en deux rangées, postérieure et antérieure. La rangée postérieure comprend le calcaneus sur-



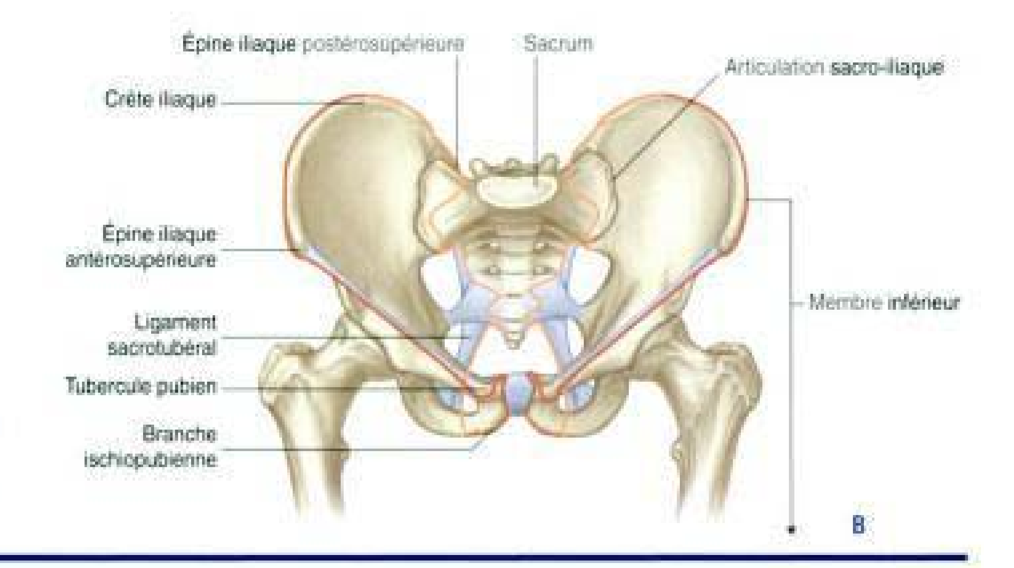


Fig. 3.12.
Os coxaux et ceinture pelvienne.
A. Os coxal. Vue latérale. B. Ceinture pelvienne (les limites définissant le membre inférieur sont surlignées de rouge et d'orange).

monté du talus. La rangée antérieure est composée de l'os cuboïde latéralement et de l'os naviculaire médialement. L'os naviculaire est coiffé en avant des trois os cunéiformes, latéral, intermédiaire et médial. L'os cuboïde répond en arrière au calcaneus, en avant aux quatrième et cinquième os métatarsiens, et médialement à l'os naviculaire et au cunéiforme latéral. L'os naviculaire répond au talus en arrière et aux cunéiformes en avant. Les os cunéiformes s'articulent avec les trois premiers os métatarsiens,

- les *cinq os métatarsiens* (fig. 3.14), qui constituent les os de la moitié antérieure du pied. Ils sont numérotés d'I à V en commençant par l'hallux (gros orteil). Ils sont situés entre les os du tarse en arrière et les phalanges des orteils en avant,
- les orteils (fig. 3.14), qui présentent deux *phalanges* pour le premier (l'*hallux*) et trois phalanges (proximale, intermédiaire et distale) pour les suivants.

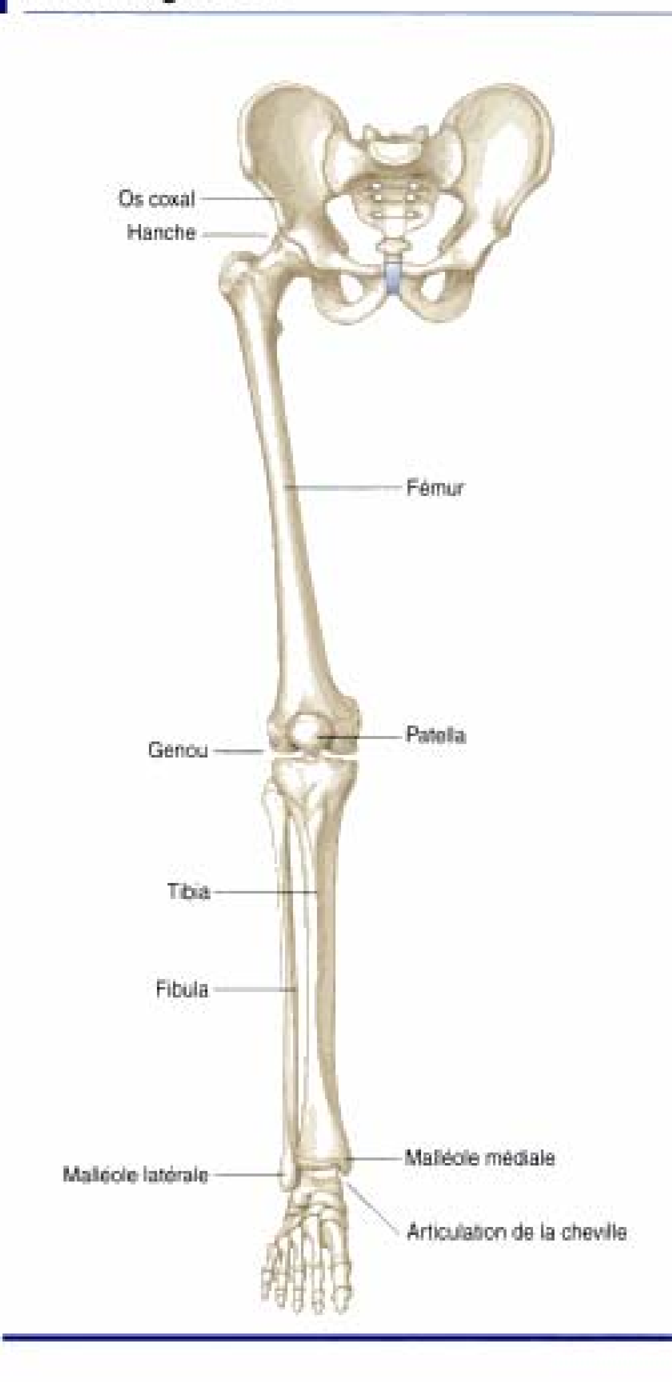


Fig. 3.13.
Os et articulations du membre inférieur.

III. Classification

Suivant leurs trois dimensions, longueur, largeur et épaisseur, on distingue des os longs, des os plats et des os courts.

A. Os longs

a. *Définition*

Ce sont des os dont une dimension – la longueur – prédomine sur les deux autres.

b. *Morphologie externe*

Ces os présentent une partie intermédiaire allongée, souvent de forme prismatique triangulaire, dénommée *diaphyse* (ou corps), et deux extré-

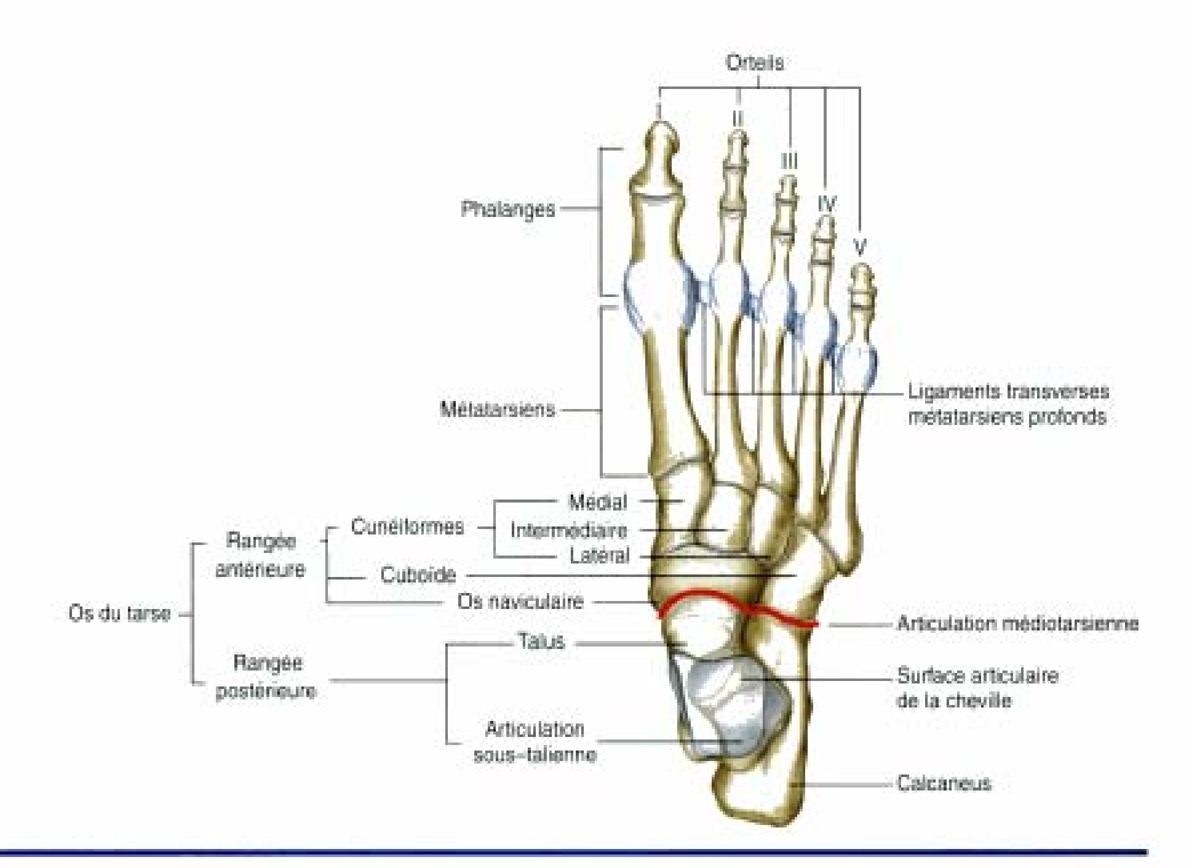


Fig. 3.14.
Os du pied.

mités, les *épiphyses*. L'extrémité la plus proche de l'axe du corps est dénommée épiphyse proximale, la plus éloignée épiphyse distale. Les épiphyses portent les surfaces articulaires. Entre diaphyse et épiphyse, se trouve la métaphyse qui est une zone de croissance osseuse chez l'enfant.

c. *Morphologie interne*

La diaphyse est constituée par une gaine d'os compact circulaire qui entoure une cavité nommée cavité médullaire.

> *Le fémur, os de la cuisse (fig. 3.15)*
>
> Cet os présente un corps triangulaire à la coupe, constitué de trois faces, antérieure, postérolatérale, postéromédiale, et trois bords, latéral, médial et postérieur. En position debout, le fémur est orienté obliquement en bas, en dedans et un peu en avant. Sa diaphyse présente une courbure à convexité antérieure. Son extrémité proximale est articulaire avec l'os coxal de la hanche ; son extrémité distale est articulaire avec le tibia et la patella.

B. **Os plats**

a. *Définition*

Ce sont des os dont la longueur et la largeur prédominent sur l'épaisseur.

b. *Morphologie externe*

Les os plats présentent deux faces et des bords.

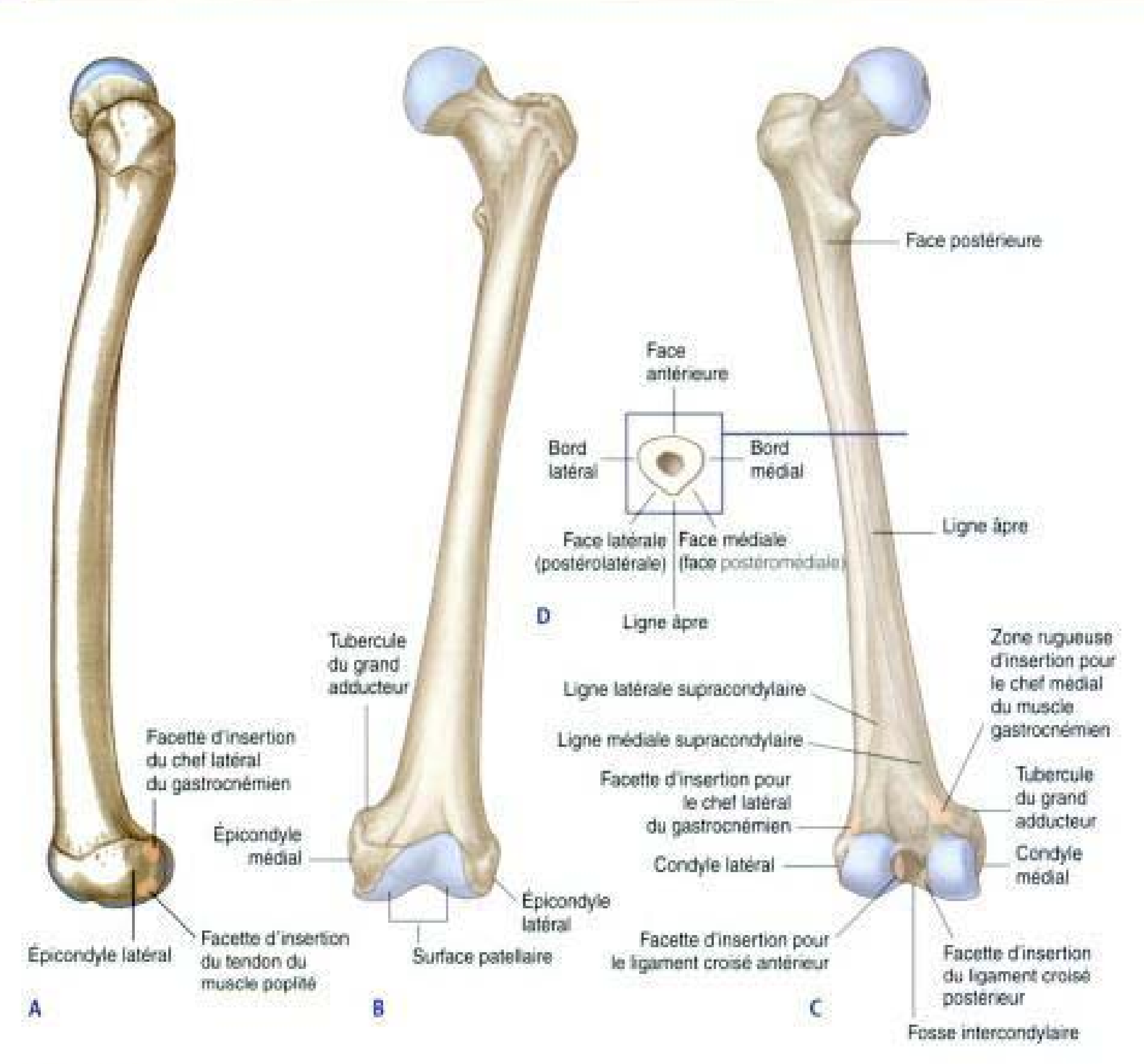


Fig. 3.15.
Le fémur.
A. Vue latérale. B. Vue antérieure. C. Vue postérieure. D. Coupe horizontale du fémur au niveau de la diaphyse.

c. *Morphologie interne*

Les os plats sont formés de deux lames d'os compact (table externe et table interne) séparées par une couche d'os spongieux moins dense (diploë).

> *Les os de la voûte du crâne (fig. 3.16)*
>
> Ce sont des os plats. Ces os présentent ainsi une face externe, ou exocrânienne, et une face endocrânienne en rapport avec les méninges. Les bords s'articulent avec les autres os du crâne au niveau des sutures du crâne.

C. **Os courts**

a. *Définition*

Ce sont des os dont les trois dimensions sont à peu près égales.

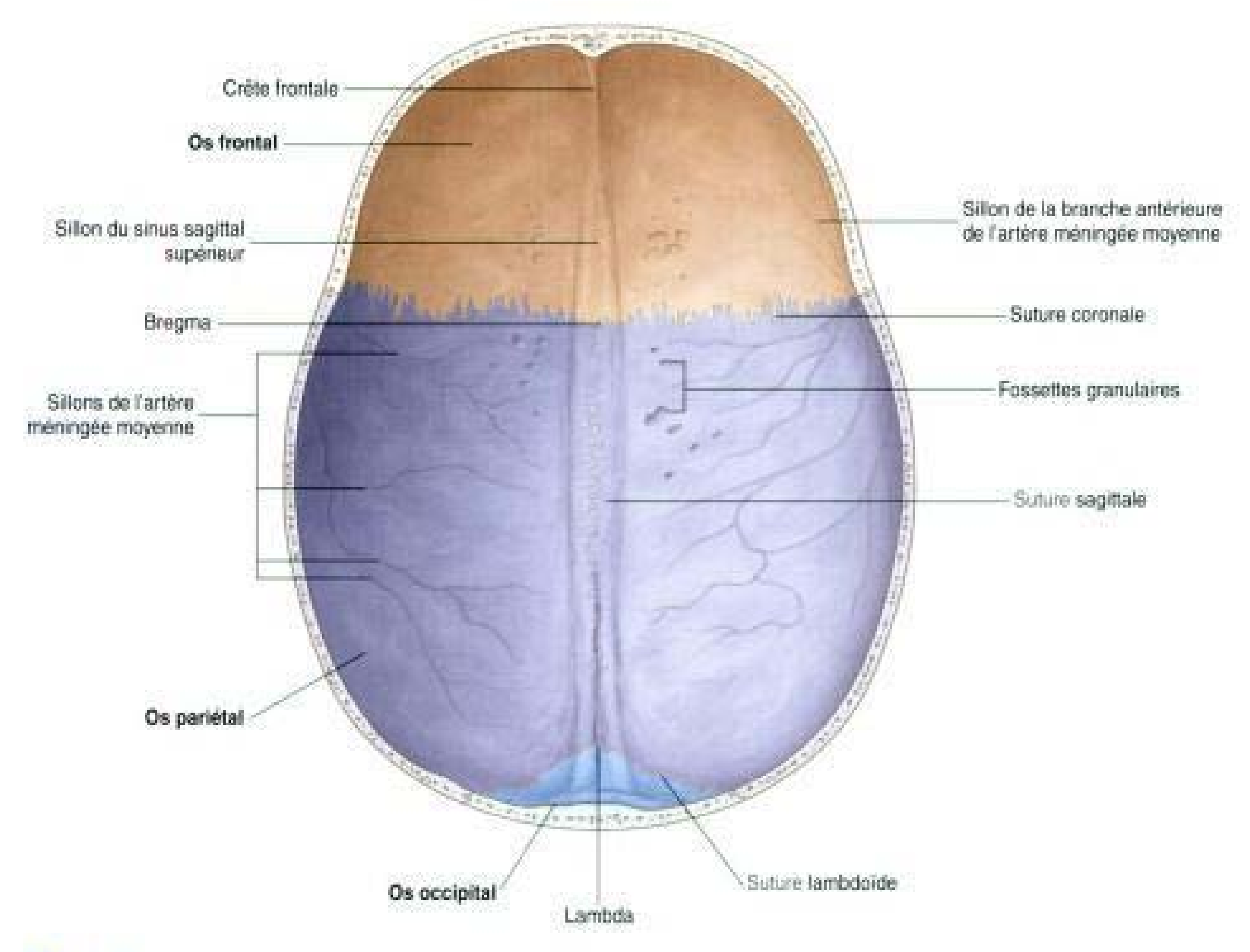


Fig. 3.16.
Voûte de la cavité crânienne.

b. *Morphologie externe*

Les os courts ont en général six faces.

c. *Morphologie interne*

Les os courts sont formés d'une enveloppe mince d'os compact entourant de l'os spongieux.

> *Les os du carpe (fig. 3.17)*
>
> Ces os courts ont six faces en général. La face antérieure participe à la formation d'une gouttière à concavité antérieure qui laisse passer les tendons, vaisseaux et nerfs destinés à la paume de la main (région palmaire). La face postérieure participe à la formation de la face dorsale du carpe convexe. Les autres faces sont souvent articulaires avec les autres os du carpe.

D. **Os irréguliers**

a. *Définition*

Certains os, par leur forme irrégulière, ne peuvent s'intégrer dans aucun des groupes précédents.

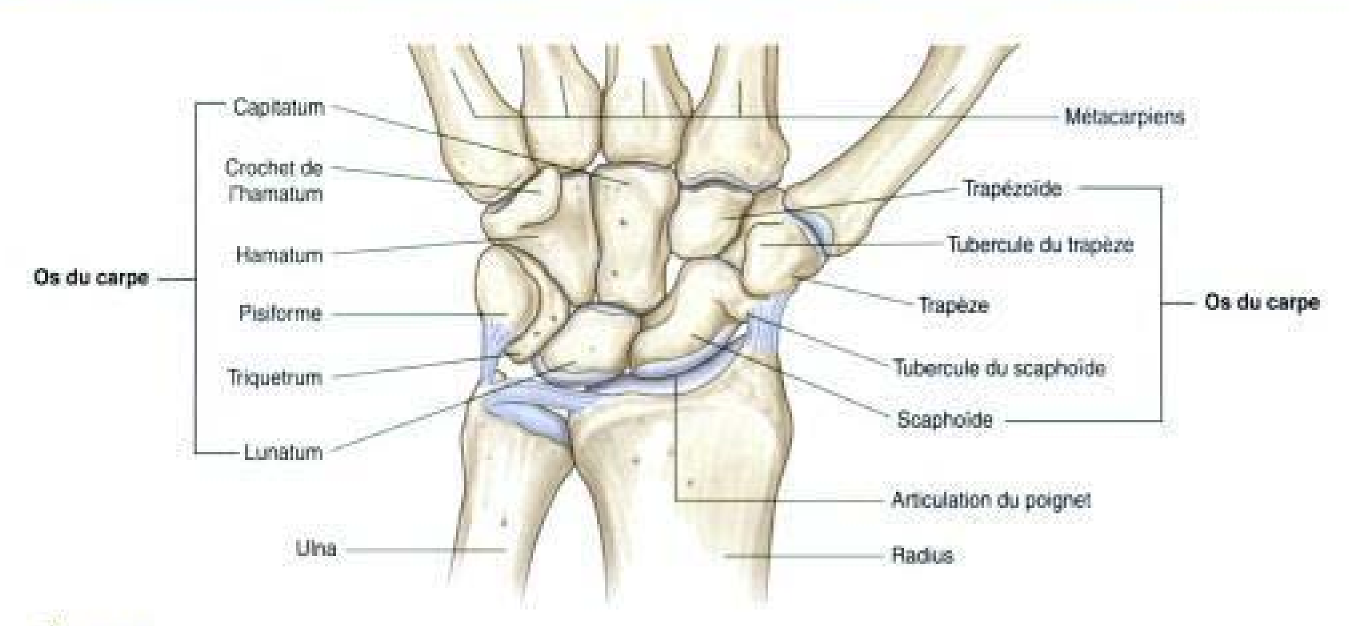


Fig. 3.17.
Vue antérieure du carpe.

b. *Description*

Elle dépend de chaque os. On peut distinguer :

- des os rayonnés, marqués par l'existence d'un corps avec des prolongements symétriques : vertèbres (fig. 3.18), sphénoïdes… ;
- des os pneumatiques, qui sont creusés d'une cavité.

> *Le maxillaire*
>
> Le maxillaire est un os pneumatique : il est creusé par le sinus maxillaire et tapissé par une muqueuse.

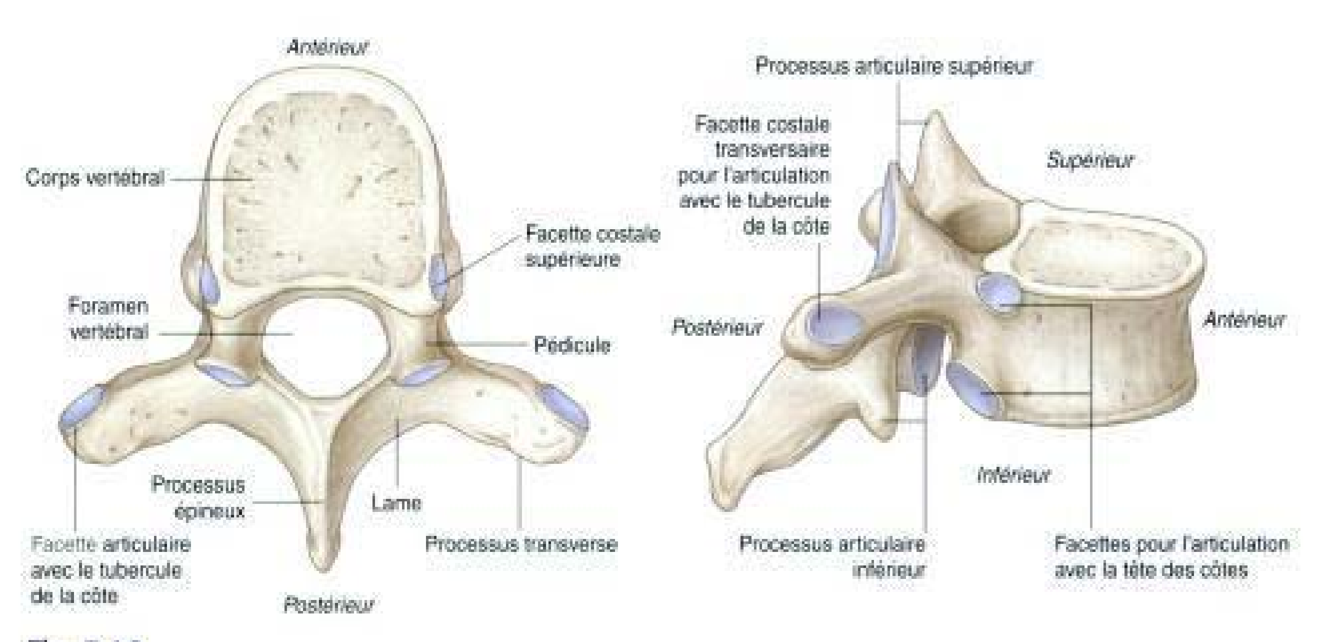


Fig. 3.18.
Vertèbre thoracique type.

IV. Constitution et architecture

Les os sont constitués par du tissu osseux recouvert de tissu fibreux, ou périoste (sauf au niveau des surfaces articulaires où l'os est recouvert de cartilage articulaire).

A. **Tissu osseux**

Le tissu osseux peut être compact ou spongieux :

- l'*os compact* (ou os lamellaire, ou haversien) est constitué par la réunion de systèmes de Havers. Il est surtout présent dans les diaphyses des os longs. Chaque système de Havers est formé d'un canal central (canal de Havers), entouré de lamelles osseuses concentriques entre lesquelles sont disposées des couches d'ostéocytes. Les canaux de Havers sont disposés dans le sens du grand axe de l'os. Entre chaque système de Havers, se situe le système interhaversien formé de substance fondamentale et d'ostéocytes ;
- l'*os spongieux* (ou os aréolaire) est formé de lamelles osseuses minces qui limitent des cavités polyédriques remplies de moelle osseuse et de capillaires sanguins. L'os spongieux est surtout présent dans les épiphyses des os longs et dans l'épaisseur des os courts ou plats.

B. **Périoste**

Le périoste est une gaine fibreuse et vasculaire dérivée du périchondre, recouvrant les pièces osseuses à l'exception des zones recouvertes de cartilage articulaire.

C. **Moelle osseuse**

La moelle osseuse remplit le canal médullaire et les aréoles du tissu spongieux. On distingue :

- la *moelle rouge*, qui a un rôle de formation de l'os (ostéogenèse) et de production des cellules sanguines (hématopoïèse). Elle est particulièrement localisée dans l'os spongieux de certaines épiphyses des os longs chez l'adulte ;
- la *moelle jaune*, adipeuse, qui constitue une réserve de graisse. Elle est localisée dans les canaux médullaires et dans les épiphyses des os longs chez l'adulte.

V. Vascularisation et innervation

A. **Vascularisation**

Les os longs présentent :

- des artères diaphysaires qui pénètrent dans l'os par un foramen nourricier et vascularisent la moelle osseuse et la partie la plus interne de la corticale de la diaphyse ;
- des artères épiphysaires et métaphysaires qui forment un cercle péri-articulaire et assurent la vascularisation de l'os spongieux ;
- des artères périostées qui assurent la vascularisation de la partie la plus périphérique de la corticale.

Les os plats présentent :

- des artères nourricières multiples pénétrant par des foramens nourriciers pour vasculariser la profondeur de l'os ;
- des artères périostées qui assurent la vascularisation de la partie la plus superficielle.

Les os courts ne sont vascularisés que par des artères périostées.

Pour la plupart des os, les veines sont satellites des artères.

Les lymphatiques sont situés à la surface des os, formant un réseau périosté.

B. **Innervation**

Les vaisseaux sont accompagnés par des filets nerveux vasomoteurs. Au niveau du périoste, se trouvent des fibres nerveuses sensitives.

VI. Configuration extérieure des os

A. **Saillies osseuses**

Les saillies osseuses articulaires sont en contact avec un autre os. Elles sont nommées :

- « *tête* » quand elles sont très saillantes, séparées de l'os par un col ;
- ou « *condyle* » en l'absence de col.

Les saillies osseuses non articulaires correspondent souvent à une zone d'insertion musculaire, tendineuse ou ligamentaire. Selon leur forme, on distingue :

- le *processus*, qui est une saillie volumineuse nettement détachée de l'os ;
- la *tubérosité*, saillie osseuse moins en relief ;
- le *tubercule*, saillie peu étendue ;
- l'*épine*, saillie en forme de pointe ;
- la *crête*, saillie allongée linéaire.

> *Le fémur*
>
> Le fémur est l'os de la cuisse.
>
> La diaphyse fémorale présente au niveau de son bord postérieur une crête dénommée ligne âpre. Au niveau de son extrémité proximale, la ligne âpre se divise en une ligne pectinée médiale et une tubérosité glutéale latérale.
>
> Son extrémité proximale (fig. 3.19) est constituée par :
>
> – la tête fémorale (saillie osseuse articulaire), qui est articulaire avec l'os coxal et le col du fémur ;
>
> – deux saillies osseuses particulières, zones d'insertions musculaires : le grand trochanter latéralement et le petit trochanter médialement. Entre grand et petit trochanters se trouve la crête intertrochantérique.
>
> Son extrémité distale présente deux condyles (saillies osseuses articulaires) articulaires avec le tibia. Au-dessus de chaque condyle se trouve un épicondyle.

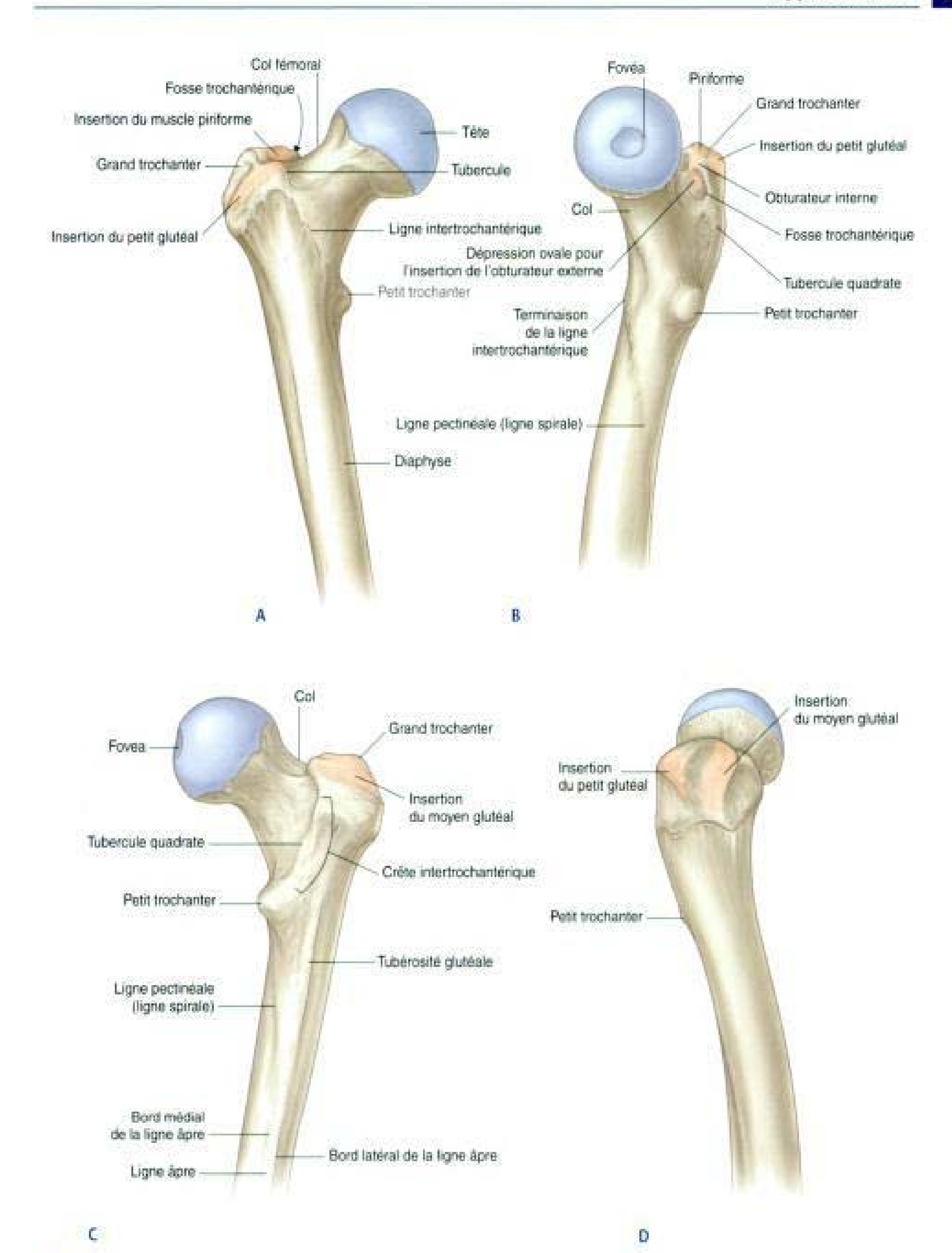


Fig. 3.19.

Extrémité proximale du fémur.

A. Vue antérieure. B. Vue médiale. C. Vue postérieure. D. Vue latérale.

B. Dépressions osseuses

Les dépressions articulaires sont en contact avec un autre os. On les dénomme *cavités articulaires.*

Les dépressions non articulaires sont variables. On distingue :

- des *fosses*, dépressions volumineuses qui peuvent accueillir des insertions musculaires ou tendineuses ou des organes (fosses cérébrales) ;
- des *sillons*, qui peuvent livrer passage à des vaisseaux ou des nerfs.

C. Foramens

Les foramens peuvent être creusés dans un os, comme les foramens nourriciers ou vasculaires qui assurent la vascularisation des os, ou circonscrits par plusieurs os livrant passage à des vaisseaux, des nerfs ou des organes.

D. Incisures

Ce sont des échancrures situées au niveau du bord d'un os.

> *L'os coxal : dépressions, épines, sillons, foramen, incisures...*
>
> L'os coxal (fig. 3.20) présente au niveau de sa face latérale une cavité articulaire dénommée acétabulum et, au-dessus, la fosse iliaque externe (ou surface glutéale), vaste dépression non articulaire donnant insertion aux muscles glutéaux. En dessous de l'acétabulum se trouve le foramen obturé dont le pourtour externe correspond aux faces externes du pubis et de l'ischium. La face externe de la branche supérieure du pubis abrite le sillon obturateur qui livre passage au nerf et aux vaisseaux obturateurs.
>
> Le bord postérieur de l'os coxal présente à décrire une épine iliaque postéro-inférieure et une épine ischiatique qui sont des saillies osseuses en forme de pointe. Entre ces deux épines se trouve la grande incisure ischiatique. Sous l'épine ischiatique se trouve la petite incisure ischiatique.

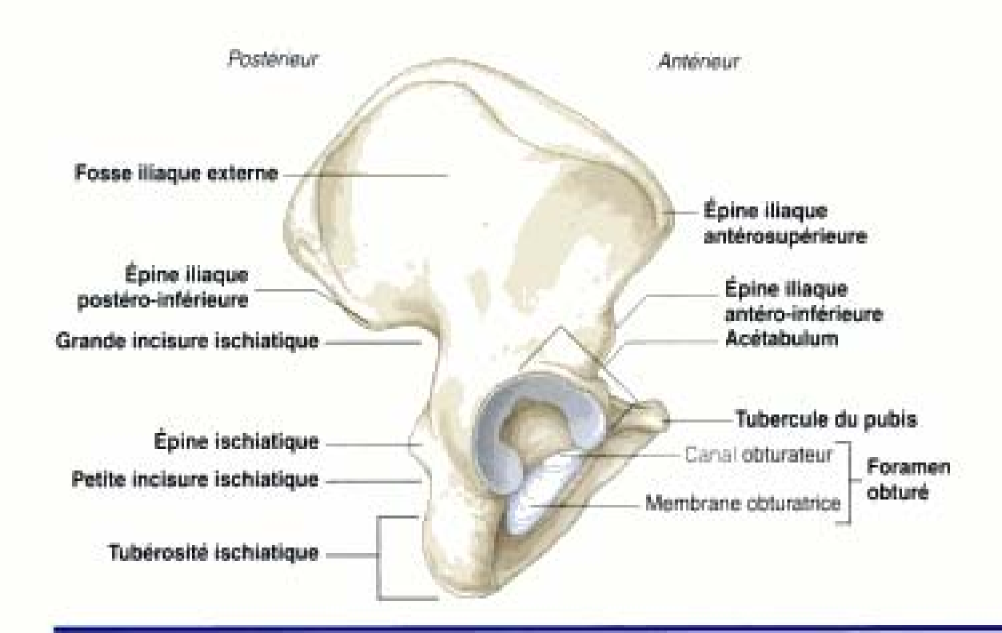


Fig. 3.20.
Os coxal droit. Vue latérale.

VII. Fonctions

L'os assure trois fonctions essentielles :

- constitution du squelette, participant ainsi à la statique et à la locomotion ;
- stockage d'éléments minéraux : notamment le calcium ;
- organe hématopoïétique : la moelle osseuse assure la formation des cellules sanguines.

VIII. Applications cliniques

Les os peuvent être examinés par l'examen clinique et par des techniques d'imagerie.

a. *Examen clinique*

L'os peut se palper au niveau de ce que l'on dénomme des repères osseux qui sont des saillies osseuses sous-cutanées. Par exemple, les processus épineux des vertèbres peuvent se palper ainsi que le trochanter du fémur.

b. *Imagerie*

- *Radiographies simples* (fig. 3.21, A) : elles permettent par des clichés souvent réalisés de face et de profil de rechercher une fracture, une tumeur osseuse…
- *Scanner à rayons X* : il réalise des coupes dans les trois plans de l'espace (coupes axiales, frontales ou sagittales). Il permet des reconstructions des os en trois dimensions. Il est utilisé au niveau des os de la colonne vertébrale ou de la face notamment, ou pour examiner un os court ou un segment osseux limité.
- *Imagerie par résonance magnétique* (IRM) (fig. 3.21, B) : elle permet également d'effectuer des coupes dans les trois plans de l'espace et permet de mettre en évidence les surfaces articulaires et les structures ligamentaires.
- *Scintigraphie osseuse* : elle met en évidence l'activité de l'os par une injection dans le sang d'un marqueur radioactif (le plus souvent le technétium 99) qui est capté électivement par les cellules osseuses. Il s'agit plus d'un examen physiologique que morphologique qui renseigne sur les zones du squelette qui sont en remaniement (production osseuse lors de la croissance, de la consolidation d'une fracture ou de la destruction osseuse par des métastases osseuses d'un cancer).

■ *L'examen direct de la pièce osseuse est possible en médecine légale et en paléoanthropologie, afin de déterminer la stature et l'âge en fonction des points d'ossification, le sexe en fonction de la forme des os du bassin.*

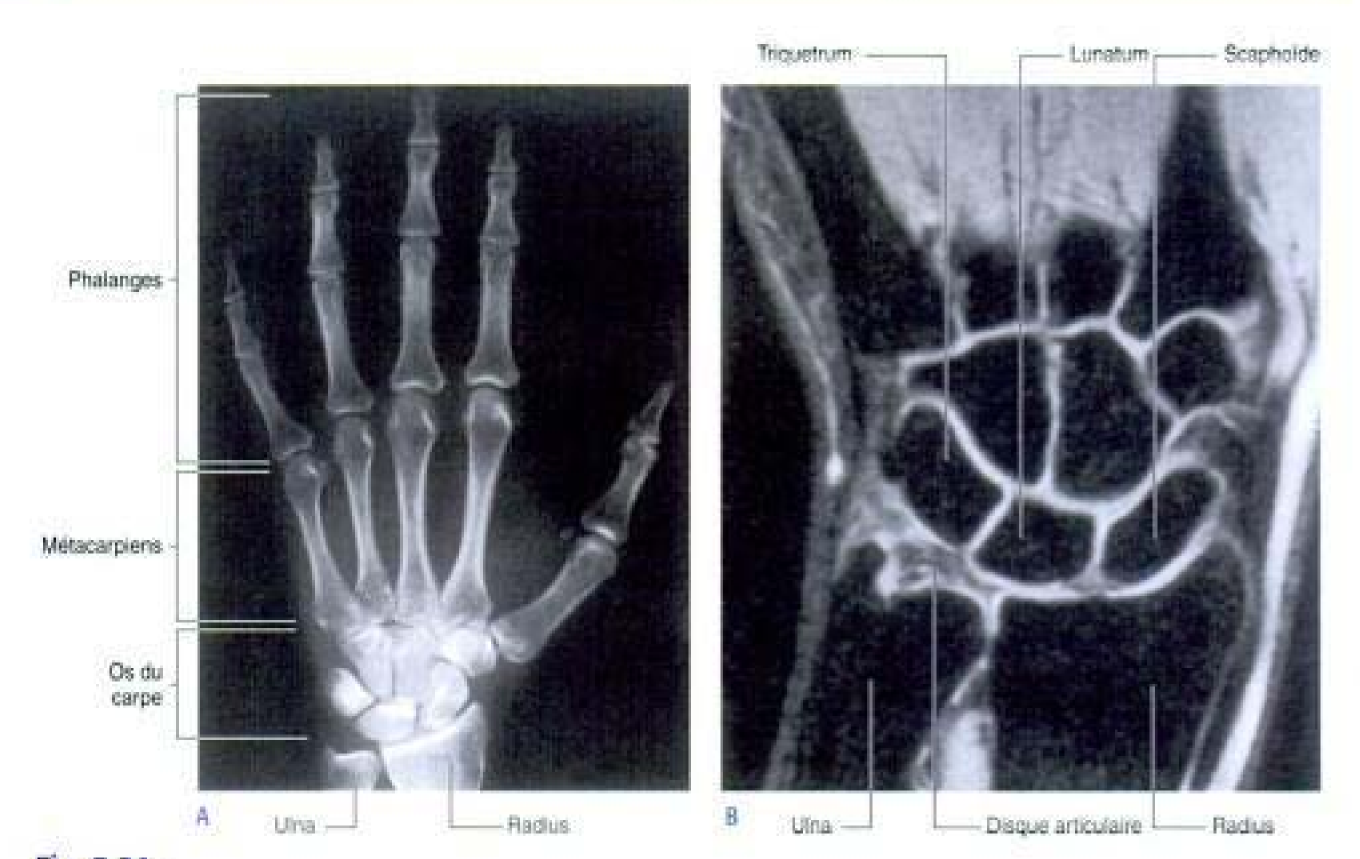


Fig. 3.21.

Imagerie de la main et du poignet.

A. Radiographie (de face palmaire) de la main et du poignet.

B. Imagerie par résonance magnétique d'une articulation normale du poignet en coupe coronale.

POINTS CLÉS

- L'ensemble des os constitue le squelette.
- Les os longs sont constitués par une partie intermédiaire allongée, dénommée diaphyse, et deux extrémités dénommées épiphyse. Diaphyse et épiphyse sont séparées par la métaphyse.
- Les os plats (os de la voûte du crâne, par exemple) sont formés par deux lames d'os compact séparées par une couche d'os spongieux.
- Les différentes saillies osseuses non articulaires sont : processus, tubérosité, tubercule, épine, crête.
- Les différentes saillies osseuses articulaires sont dénommées tête quand elles sont très saillantes et condyle quand elles le sont peu.
- Les dépressions osseuses non articulaires sont les fosses et les sillons.
- Les os se forment soit par ossification enchondrale (à partir d'une ébauche cartilagineuse), soit par ossification membraneuse (à l'intérieur du tissu conjonctif).

ENTRAÎNEMENT

QCM

1. Parmi ces os, lequel ou lesquels appartiennent à la ceinture scapulaire ?

- ❑ **A.** Humérus.
- ❑ **B.** Clavicule.
- ❑ **C.** Os coxal.
- ❑ **D.** Vertèbre thoracique.
- ❑ **E.** Scapula.

2. Parmi ces saillies osseuses, laquelle ou lesquelles sont présentes sur le fémur ?

- ❑ **A.** Grand trochanter.
- ❑ **B.** Condyle.
- ❑ **C.** Tête humérale.
- ❑ **D.** Ligne âpre.
- ❑ **E.** Épine ischiatique.

3. Parmi ces os, lequel ne participe pas à la formation de la face ?

- ❑ **A.** Os lacrymal.
- ❑ **B.** Vomer.
- ❑ **C.** Os pariétal.
- ❑ **D.** Os zygomatique.
- ❑ **E.** Os palatin.

4. Parmi ces os, lequel n'est pas un os de la voûte du crâne ?

- ❑ **A.** Os frontal.
- ❑ **B.** Os occipital.
- ❑ **C.** Os temporal.
- ❑ **D.** Os ethmoïde.
- ❑ **E.** Os pariétal.

5. Parmi ces saillies osseuses, laquelle ou lesquelles sont articulaires ?

- ❑ **A.** Ligne.
- ❑ **B.** Tête.
- ❑ **C.** Processus.
- ❑ **D.** Tubérosité.
- ❑ **E.** Condyle.

6. Parmi les propositions suivantes concernant les vertèbres, laquelle ou lesquelles sont exactes ?

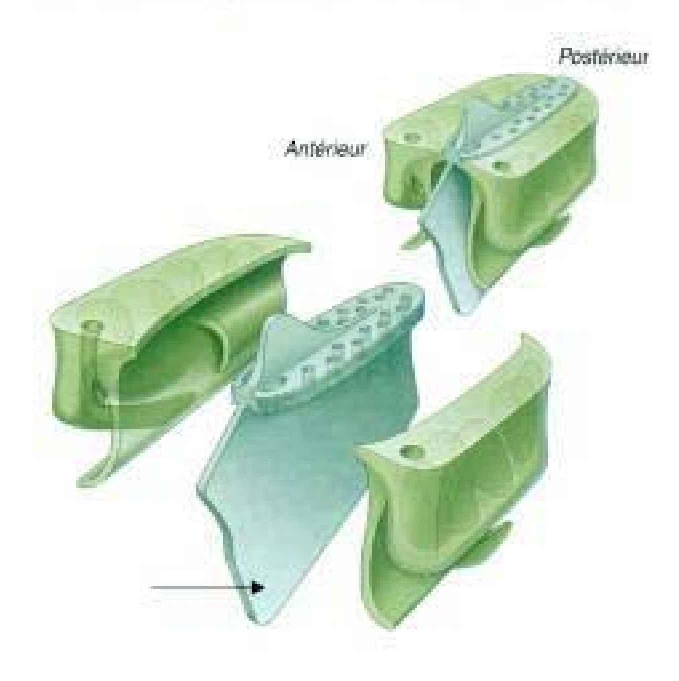
- ❑ **A.** Il existe normalement sept vertèbres cervicales.
- ❑ **B.** Il existe normalement six vertèbres sacrales fusionnées qui forment le sacrum.
- ❑ **C.** Il existe normalement quatorze vertèbres thoraciques.
- ❑ **D.** Il existe normalement cinq vertèbres lombales.
- ❑ **E.** Il existe normalement sept vertèbres lombales.

7. Sur cette vue antérieure des os du poignet et de la main :

Quel est l'os représenté par la flèche ?

- ❑ **A.** Trapèze.
- ❑ **B.** Pisiforme.
- ❑ **C.** Capitatum.
- ❑ **D.** Scaphoïde.
- ❑ **E.** Hamatum.

8. Sur cette coupe frontale du crâne et de la face :



L'élément représenté par la flèche est :

- ❑ **A.** La lame criblée de l'ethmoïde.
- ❑ **B.** La lame perpendiculaire de l'ethmoïde.
- ❑ **C.** Le vomer.
- ❑ **D.** Le palatin.
- ❑ **E.** Le cornet nasal inférieur.

9. Parmi les os suivants, lequel n'est pas un os court ?

- ❑ **A.** Vertèbre cervicale.
- ❑ **B.** Trapèze.
- ❑ **C.** Lunatum.
- ❑ **D.** Triquetrum.
- ❑ **E.** Capitatum.

10. Parmi les os suivants, lequel n'est pas un os plat ?

- ❑ **A.** Os frontal.
- ❑ **B.** Trapèze.
- ❑ **C.** Os occipital.
- ❑ **D.** Os pariétal.
- ❑ **E.** Os temporal.

Pour les corrections, se reporter à la page 299.

Dents

4

- I. Description et structure d'une dent type
- II. Les quatre types de dents
- III. Dentition – Dents déciduales et dents permanentes
- IV. Vieillissement dentaire

La denture humaine adulte se compose de trente-deux dents, réparties en :
– seize dents pour l'arcade dentaire supérieure, ou maxillaire, de forme semi-elliptique, portée par l'os maxillaire ;
– seize dents pour l'arcade dentaire inférieure, ou mandibulaire, de forme parabolique, portée par la mandibule.

I. Description et structure d'une dent type

A. Description

Chaque dent comporte deux parties : la *couronne* et la *racine*, séparées par le *collet* (fig. 4.1).

1. Couronne

La couronne correspond à la partie de la dent recouverte d'*émail*. La couronne clinique est la partie de la dent apparente émergeant de la gencive. Elle présente un à cinq reliefs caractéristiques en pointe ou tubercule, dénommés *cuspides*.

2. Racine

La racine correspond à la partie de la dent recouverte de *cément*. La racine clinique est la partie de la dent cachée sous la gencive. La racine est unique, double ou triple selon les dents et les individus. L'*apex* est l'extrémité de la racine enchâssée dans l'alvéole et présentant l'orifice de la partie radiculaire de la cavité pulpaire.

B. Structure

La dent est creusée d'une cavité dite cavité dentaire, ou *cavité pulpaire*, remplie d'un tissu conjonctif mucoïde, la *pulpe*, riche en vaisseaux sanguins et nerfs sensitifs.
La dent est constituée par trois tissus calcifiés différents (fig. 4.1).

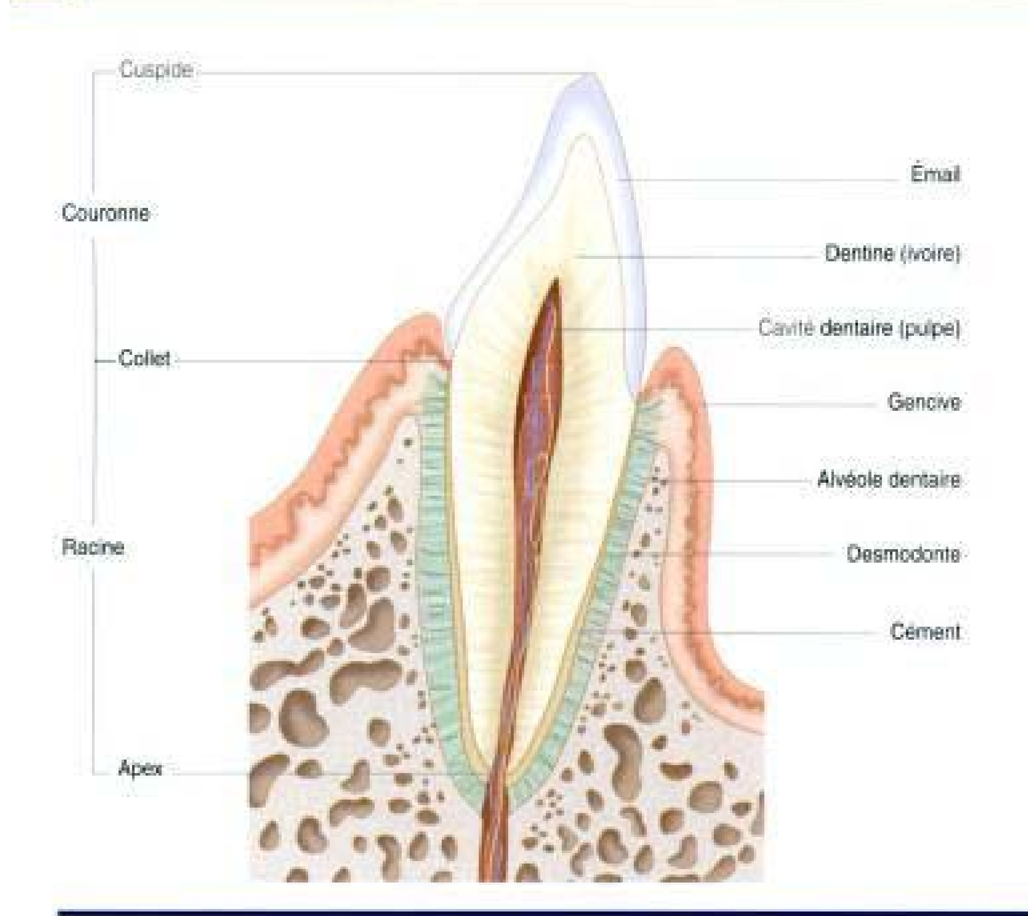


Fig. 4.1.
Dent type.

1. Émail

L'émail, très résistant, recouvre la couronne. Ce matériau acellulaire est formé principalement par une substance minérale (hydroxyapatite). Il constitue le tissu le plus minéralisé de l'organisme, ce qui explique que les dents, surtout les couronnes, soient les éléments du squelette qui se conservent le mieux, même parfois après des millions d'années (fossiles).

2. Cément

Le cément recouvre la racine.

3. Dentine

La dentine (ou ivoire) constitue l'essentiel du volume de la dent, en profondeur de l'émail et du cément. À la différence de l'émail, elle est *innervée*.

C. Articulation dentoalvéolaire

La racine de la dent est enchâssée dans l'alvéole dentaire, cavité osseuse creusée dans l'os maxillaire ou la mandibule (fig. 4.1). Elle y est fixée par une articulation de type fibreuse dénommée *syndesmose dentoalvéolaire*, ou gomphose. Le *desmodonte*, ou ligament alvéolodentaire, est l'ensemble des fibres collagènes (fibres de Sharpey) tendues entre la paroi alvéolaire et le cément de la racine. Le *périodonte*, ou parodonte, correspond à l'ensemble formé par le mur alvéolaire, le desmondonte, le cément et du tissu conjonctif lâche contenant des vaisseaux et des nerfs.

D. **Référentiels d'orientation**

Il est nécessaire de définir un référentiel d'orientation indépendant de la position d'une dent ; cinq faces sont ainsi définies pour chaque dent :

- la *face occlusale* : appartenant à la couronne et située à l'extrémité opposée de l'apex (ou des apex) radiculaire(s) ; face dirigée vers la dent de l'arcade opposée et par laquelle se fait la mastication ;
- la *face vestibulaire* : face périphérique tournée vers le vestibule de la cavité orale ; avec des distinctions possibles :
  - face labiale, tournée vers la lèvre,
  - face jugale, tournée vers la joue ;
- la *face linguale* : face tournée vers la langue (le terme de *face palatine* en est l'équivalent pour les dents supérieures) ;
- la *face mésiale* : face la plus proche de la ligne médiane et la plus éloignée de la troisième molaire ;
- la *face distale* : face la plus éloignée de la ligne médiane et la plus proche de la troisième molaire.

II. Les quatre types de dents

Sur les huit dents de chaque hémi-arcade, quatre types de dents peuvent être distingués (fig. 4.2 et 4.3).

1. Incisives

Les incisives sont au nombre de deux (I1 et I2). Ce sont des dents antérieures de forme aplatie. Elles présentent une racine unique.

- Pour les incisives supérieures, l'incisive centrale est toujours plus grande que la latérale ; à leur face postérieure, ou palatine, elles présentent, de manière plus ou moins marquée selon les individus, deux bourrelets se rejoignant au niveau coronaire formant le cingulum.
- Pour les incisives inférieures, l'incisive latérale est toujours plus grande la centrale.

2. Canine

Il existe une seule canine par hémi-arcade. Elle présente une cuspide unique et une seule racine puissante. Il s'agit de la plus longue des dents et elle constitue la clef de voûte de l'arcade dentaire.

3. Prémolaires

Les prémolaires sont au nombre de deux (P1 et P2). Elles présentent en général deux cuspides, parfois trois.

- Les prémolaires supérieures ont deux cuspides majeures, approximativement de mêmes dimensions et de même hauteur ; la première prémolaire supérieure est souvent plus volumineuse que la seconde ; la première prémolaire possède généralement deux racines et la seconde une seule.
- Les prémolaires inférieures sont des unités de transition : la première prémolaire a une morphologie très proche de la canine, tandis que la seconde ressemble à une petite molaire ; elles ont généralement une racine unique.

Fig. 4.2.
Denture permanente (ou définitive, ou adulte) : trente-deux dents.
A. Dents de l'arcade maxillaire (supérieure) en vue inférieure. B. Dents de l'arcade mandibulaire (inférieure) en vue supérieure. C. Denture *in situ* dans le squelette maxillomandibulaire en vue de profil gauche.

Fig. 4.3.
Numérotation internationale de la denture permanente.
Vue des arcades supérieure et inférieure *in vivo*, bouche ouverte, avec la numérotation internationale des quatre hémi-arcades et des huit dents (indiquée pour l'hémi-arcade 2).

4. Molaires

Les molaires sont au nombre de trois (M1, M2 et M3). Elles présentent une taille qui diminue de la première à la troisième.

- Les molaires supérieures présentent généralement quatre cuspides disposées en trapèze.
- Les molaires inférieures présentent de quatre à cinq cuspides.

Les molaires possèdent de deux à trois racines. La variabilité est marquée. La troisième molaire (M3), populairement dénommée « dent de sagesse », peut manquer chez environ 15 % des individus, soit à l'une des arcades (total de trente dents) soit aux deux arcades (total de vingt-huit dents).

III. Dentition – Dents déciduales et dents permanentes

La dentition est le processus *dynamique* de croissance par lequel les dents se forment et apparaissent selon une chronologie caractéristique. L'étude de la dentition, de l'éruption et de la minéralisation dentaires constitue la méthode la plus précise pour estimer l'âge d'enfants de zéro à douze ans environ. Les filles présentent des éruptions dentaires plus précoces que les garçons. La détermination du stade de maturation précis de chaque dent nécessite une étude radiographique.
Au cours de la croissance de la naissance à l'âge adulte, deux dentures se succèdent : la *denture déciduale* et la *denture définitive*.

1. Denture déciduale

La denture déciduale (temporaire, lactéale, ou « de lait ») se compose de vingt dents, soit cinq par hémi-arcade : deux incisives, une canine et deux prémolaires – classiquement nommées à tort « molaires » chez l'enfant – (formule dentaire : I2 C1 P2) (fig. 4.4).
L'éruption des dents temporaires a lieu entre environ six mois (incisives centrales supérieures) et trente mois, soit deux ans et demi (deuxièmes prémolaires ou « molaires »). Les dents lactéales vont ensuite chuter en étant remplacées par les dents permanentes ; la chute des dents est provoquée par la résorption progressive de leurs racines. La dernière dent chute vers onze ans (deuxième prémolaire ou « molaire »).

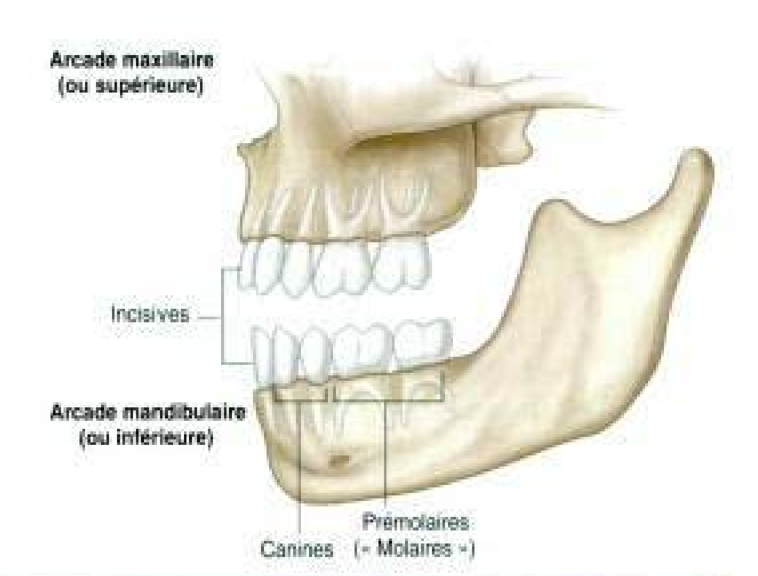


Fig. 4.4.
Denture déciduale (ou temporaire, ou lactéale, ou « de lait ») : vingt dents.
Denture *in situ* dans le squelette maxillomandibulaire en vue de profil gauche.

2. Denture définitive

La denture permanente (définitive, ou adulte) se compose des trente-deux dents déjà décrites, soit huit par hémi-arcade : deux incisives, une canine, deux prémolaires et trois molaires (formule dentaire : I2 C1 P2 M3) (fig. 4.2).
La première dent permanente apparaît vers six ans ; c'est la première molaire (M1), dénommée aussi « dent de six ans ». L'incisive centrale (I1) inférieure apparaît vers sept ans, suivie par l'incisive centrale supérieure ; les incisives latérales (I2) supérieure et inférieure effectuent leur éruption vers huit ans. L'éruption des canines a lieu entre neuf et douze ans ; la canine inférieure précède la canine supérieure. Les prémolaires font leur éruption entre neuf et douze ans et remplacent les « molaires » lactéales ; l'ordre est habituellement le suivant : premières prémolaires (P1) supérieure puis inférieure, secondes prémolaires (P2) supérieure puis inférieure. La deuxième molaire (M2) apparaît vers douze ans, d'où son nom de « dent de douze ans ». Enfin, la troisième molaire (M3), qui est inconstante, apparaît le plus souvent entre dix-huit et vingt ans (« dent de dix-huit ans »), c'est-à-dire lorsque l'individu atteint la maturité adulte, d'où son surnom de « dent de sagesse » – en nomenclature latine : *dens serotinus*, littéralement « dent qui vient tard ».
Il est à noter qu'il existe donc une période de denture mixte avec une coexistence de dents déciduales et de dents permanentes entre six ans et onze ans environ.

IV. Vieillissement dentaire

Le vieillissement dentaire s'accompagne d'une usure, ou attrition, des surfaces occlusales, d'une modification de teinte de la dentine radiculaire, qui devient plus translucide, et d'un dépôt de dentine secondaire entraînant une réduction de volume pulpaire. Ces caractéristiques sont utilisées séparément ou conjointement pour estimer l'âge de sujets adultes, en particulier en identification médico-légale.

POINTS CLÉS

- La denture humaine adulte se compose de trente-deux dents.
- Chaque dent comporte deux parties : la couronne et la racine, séparées par le collet.
- La dent est creusée d'une cavité dentaire (ou pulpaire) où se trouvent vaisseaux sanguins et nerfs sensitifs.
- Les dents sont constituées de trois tissus minéralisés : l'émail, le cément et la dentine (ou ivoire).
- La racine, enchâssée dans l'alvéole dentaire, est fixée par une articulation de type fibreuse dénommée syndesmose dentoalvéolaire, ou gomphose.
- Sur les huit dents de chaque hémi-arcade, quatre types de dents peuvent être distingués : deux incisives, une canine, deux prémolaires et trois molaires.
- Chez l'enfant, la denture déciduale (ou temporaire, ou lactéale, ou « de lait ») se compose de vingt dents, soit cinq par hémi-arcade : deux incisives, une canine et deux prémolaires – classiquement nommées (à tort) « molaires ».

Numérotation internationale des dents

► L'usage actuel est de numéroter chaque dent selon un système international à deux chiffres.

► *Denture permanente* :

• le premier chiffre, ou chiffre des dizaines, correspond à l'hémi-arcade concernée (fig. 4.3) :

– 1 : quadrant maxillaire ou supérieur droit,
– 2 : quadrant maxillaire ou supérieur gauche,
– 3 : quadrant mandibulaire ou inférieur gauche,
– 4 : quadrant mandibulaire ou inférieur droit ;

• le second chiffre, ou chiffre des unités, correspond à la position de la dent sur l'hémi-arcade :

– 1 : incisive centrale (I1),
– 2 : incisive latérale (I2),
– 3 : canine (C),
– 4 : première prémolaire (P1),
– 5 : deuxième prémolaire (P2),
– 6 : première molaire (M1),
– 7 : deuxième molaire (M2),
– 8 : troisième molaire (M3).

Ainsi, par exemple, la dent 33 correspond à la canine inférieure gauche.

► *Denture déciduale* :

• le premier chiffre, ou chiffre des dizaines, correspond à l'hémi-arcade concernée :

– 5 : quadrant maxillaire ou supérieur droit,
– 6 : quadrant maxillaire ou supérieur gauche,
– 7 : quadrant mandibulaire ou inférieur gauche,
– 8 : quadrant mandibulaire ou inférieur droit ;

• le deuxième chiffre, ou chiffre des unités, correspond à la position de la dent sur l'hémi-arcade :

– 1 : incisive centrale,
– 2 : incisive latérale,
– 3 : canine,
– 4 : première prémolaire (ou « molaire »),
– 5 : deuxième prémolaire (ou « molaire »).

Ainsi, par exemple, la dent 73 correspond à la canine inférieure gauche de lait.

ENTRAÎNEMENT

QCM

1. La denture humaine adulte comprend normalement :

- ❑ **A.** Trente-six dents.
- ❑ **B.** Deux incisives par hémi-arcade.
- ❑ **C.** Deux canines par hémi-arcade.
- ❑ **D.** Seize dents implantées dans des alvéoles de l'os maxillaire.
- ❑ **E.** Trois molaires auxquelles s'ajoute la dent de sagesse.

2. Parmi les propositions suivantes concernant la structure de la dent, lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** L'émail recouvre la couronne.
- ❑ **B.** La dentine recouvre la racine.
- ❑ **C.** Le cément recouvre la dentine.
- ❑ **D.** L'émail recouvre la dentine.
- ❑ **E.** L'émail est richement innervé.

3. Parmi les propositions suivantes concernant les faces des dents, lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** La face occlusale appartient à la couronne.
- ❑ **B.** Les faces occlusales des dents maxillaires font face aux faces occlusales des dents mandibulaires.
- ❑ **C.** La face vestibulaire est tournée vers la langue.
- ❑ **D.** La face palatine est un synonyme de face vestibulaire pour les dents supérieures.
- ❑ **E.** La face mésiale est la face la plus éloignée de la troisième molaire.

4. Parmi les propositions suivantes concernant les différents types de dents adultes, lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** Les incisives présentent une racine unique.
- ❑ **B.** Pour les incisives supérieures, l'incisive centrale est toujours plus grande que la latérale.
- ❑ **C.** Les prémolaires présentent en général deux cuspides et une racine.
- ❑ **D.** Les molaires présentent une taille qui augmente de la première à la troisième.
- ❑ **E.** Les molaires supérieures présentent généralement cinq cuspides.

5. Parmi les propositions suivantes concernant la denture déciduale, lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** Les garçons présentent des éruptions dentaires plus précoces que les filles.
- ❑ **B.** Il existe cinq dents déciduales par hémi-arcade.
- ❑ **C.** Les dents déciduales sont au nombre de vingt-quatre au total.
- ❑ **D.** Les premières dents à apparaître sont les incisives centrales supérieures.
- ❑ **E.** Les dernières dents déciduales apparaissent vers six ans.

6. Parmi les propositions suivantes concernant les dentures déciduale et permanente, lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** Les molaires n'ont pas d'équivalent décidual.
- ❑ **B.** La dernière dent déciduale chute vers dix-huit ans (« dent de sagesse »).
- ❑ **C.** La première dent permanente, apparaissant vers six ans, est la première molaire.
- ❑ **D.** L'éruption des canines a lieu entre six et huit ans.
- ❑ **E.** Il existe une période de denture mixte avec une coexistence de dents déciduales et de dents permanentes.

7. Parmi les propositions suivantes concernant la numérotation internationale des dents, lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** La dent 11 désigne l'incisive centrale permanente supérieure droite.
- ❑ **B.** La dent 27 désigne la deuxième molaire permanente inférieure droite.
- ❑ **C.** La dent 51 désigne l'incisive centrale déciduale supérieure gauche.
- ❑ **D.** La dent 57 est une des dents déciduales.
- ❑ **E.** Les dents 23, 33, 53, 83 sont des canines.



QROC

1. Énumérer les trois types de tissus dentaires.
2. Citer les éléments constitutifs du périodonte (ou parodonte).
3. Citer les cinq faces d'une dent dans le référentiel d'orientation dentaire.
4. Donner la formule dentaire d'une hémi-arcade pour la denture permanente.
5. Citer les caractéristiques principales des molaires supérieures.
6. Donner la formule dentaire d'une hémi-arcade pour la denture déciduale.
7. Donner les dates approximatives d'éruption des molaires permanentes.
8. Définir les « dents de sagesse ».
9. Donner les numéros des premières prémolaires déciduales et permanentes dans le système international.

Pour les corrections, se reporter à la page 299.

5 Système articulaire

Le système articulaire est constitué des articulations, dont la fonction est indispensable au mouvement. Une articulation, ou jointure, est le moyen d'union des pièces osseuses ou cartilagineuses voisines. Toutes les articulations ne sont pas mobiles. L'étude du système articulaire est l'arthrologie.

Il existe trois principaux types d'articulations, que l'on distingue selon leur structure :

- les articulations *fibreuses* (fig. 5.1) ;
- les articulations *cartilagineuses* (fig. 5.1) ;
- les articulations *synoviales* (fig. 5.2).

Les articulations fibreuses et les articulations cartilagineuses, contrairement aux articulations synoviales, n'ont pas de cavité articulaire. Ce sont des articulations solides.

I. Articulations fibreuses

Les surfaces osseuses sont unies par du tissu conjonctif. Il n'y a pas de cartilage articulaire. L'interligne articulaire est occupé par du tissu fibreux. Ces articulations sont immobiles.

On distingue :

- les *sutures* : articulations où le tissu fibreux qui unissait initialement l'os s'ossifie progressivement et forme une suture qui est plane, écailleuse ou dentelée (fig. 5.1). Les articulations entre les os du crâne et entre les os du crâne et certains os de la face sont des sutures ;
- les *syndesmoses* : articulations où les surfaces osseuses sont éloignées l'une de l'autre et sont unies par du tissu conjonctif. La membrane interosseuse tendue entre les deux os de l'avant-bras et les ligaments jaunes tendus entre les lames des vertèbres sont des syndesmoses ;

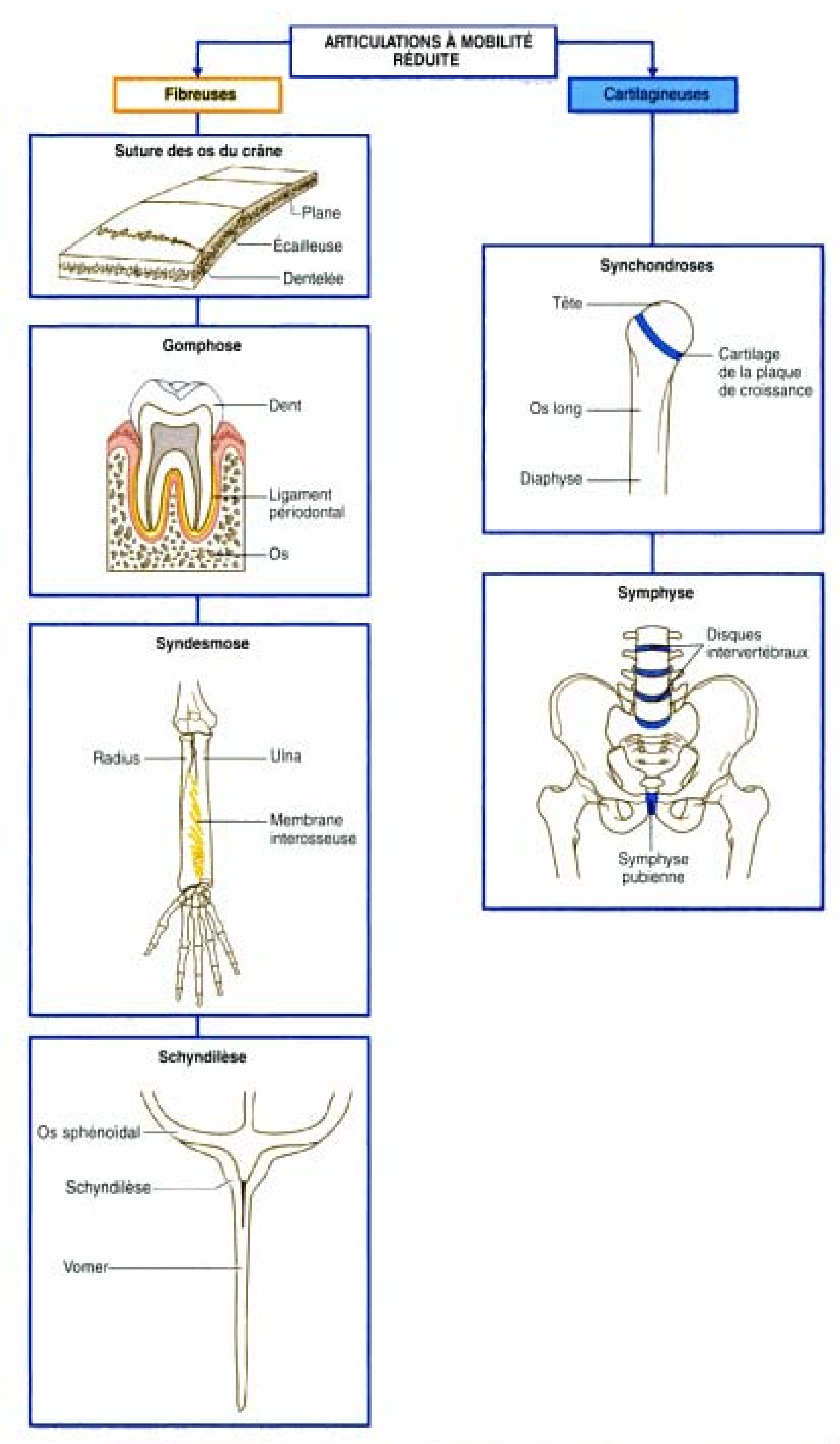


Fig. 5.1.
Articulations solides.
Articulations fibreuses et cartilagineuses.

- la *schyndilèse* : crête osseuse s'articulant avec une rainure, comme par exemple le vomer et l'os sphénoïdal.

La *gomphose* est une articulation fibreuse particulière unissant une dent à un alvéole dentaire par du tissu fibreux, le périodonte d'insertion (*cf.* fig. 4.1 au chapitre 4).

II. Articulations cartilagineuses

Les articulations cartilagineuses regroupent les synchondroses et les amphiarthroses.

1. Synchondroses

Ce sont des articulations temporaires, comme l'articulation sphéno-occipitale au niveau de la base du crâne. Elles disparaissent lorsque le cartilage hyalin qui les constitue s'ossifie pour former une *synostose*. Au niveau des os longs, la synchondrose entre la tête et la diaphyse constitue le *cartilage de conjugaison* qui dirige la croissance en longueur des os longs.

2. Symphyses, ou amphiarthroses

Les surfaces osseuses sont unies par du fibrocartilage renforcé par des ligaments périphériques. Il n'y a pas de cavité articulaire ou celle-ci est réduite à une simple ébauche. La mobilité de ces articulations est réduite. Les articulations entre les corps vertébraux et la symphyse pubienne sont des symphyses.

III. Articulations synoviales

Les articulations synoviales, ou diarthroses, sont les articulations les plus élaborées de l'organisme. Elles constituent la majorité des articulations des membres et permettent une amplitude de mouvement généralement importante. Les articulations synoviales sont caractérisées par l'existence d'une *cavité articulaire* et d'une *membrane synoviale* (fig. 5.2).

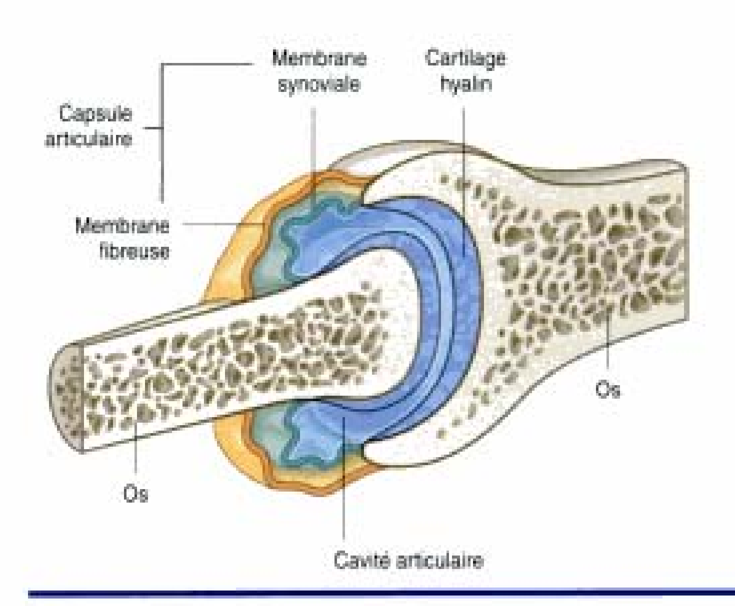


Fig. 5.2.
Articulation synoviale.

A. Constitution

Les articulations synoviales sont formées par des surfaces articulaires, osseuses ou fibrocartilagineuses, et par des moyens d'union.

1. Surfaces articulaires

a. *Osseuses*

Les surfaces osseuses sont lisses et sont recouvertes de cartilage articulaire lisse blanc bleuté, le *cartilage hyalin*. L'épaisseur du cartilage hyalin est proportionnelle à la pression qu'il supporte. Ce cartilage n'est pas vascularisé. Sa nutrition est assurée par la *synovie*. La synovie, ou liquide synovial, est un liquide translucide, visqueux. Elle favorise le glissement des surfaces articulaires et assure leur nutrition.

▪ *La dégénérescence du cartilage hyalin est responsable de l'arthrose.*

b. *Fibrocartilagineuses*

Les structures fibrocartilagineuses existent en cas d'incongruence articulaire et sont interposées entre les surfaces osseuses. Il existe trois types de fibrocartilages, les labrums, les ménisques et les disques, que l'on différencie en fonction de leurs insertions et de leur morphologie :

- le *labrum* (ou bourrelet articulaire) (fig. 5.3, A) est triangulaire sur une coupe transversale. Il s'insère par une face sur la périphérie de la zone articulaire osseuse et par une seconde face sur la capsule articulaire. La troisième face est libre et est recouverte de cartilage articulaire continuant le cartilage recouvrant la surface articulaire osseuse. Les bourrelets articulaires augmentent la profondeur et la surface de la zone articulaire, comme par exemple au niveau de la cavité glénoïdale de la scapula ou de l'acétabulum de l'os coxal ;
- le *ménisque* (fig. 5.3, B) est interposé entre deux surfaces osseuses. Il est également triangulaire sur une coupe transversale. Sa périphérie est adhérente à la capsule articulaire. Les deux autres faces sont libres à l'intérieur de la cavité articulaire. Le genou est une articulation comprenant deux ménisques, latéral et médial ;
- le *disque* (fig. 5.3, C) est une lentille biconcave qui forme une cloison complète dans la cavité articulaire en adhérant par sa périphérie à la capsule articulaire. Le disque délimite ainsi deux cavités secondaires comme au niveau de l'articulation temporomandibulaire.

Ces trois types de fibrocartilages sont dépourvus de vaisseaux et de nerfs.

▪ *L'absence de vascularisation ne permet pas la cicatrisation d'une déchirure fibrocartilagineuse. Ainsi, un fragment méniscal rompu et symptomatique doit être enlevé.*

2. Moyens d'union

Les moyens d'union des surfaces articulaires sont la capsule articulaire et les ligaments articulaires.

a. *Capsule articulaire*

La capsule est un manchon fibreux qui s'insère au pourtour ou au voisinage des surfaces articulaires osseuses. Elle comprend deux parties :

- une partie externe fibreuse, la *membrane fibreuse*, d'épaisseur et de résistance variables ;
- une partie interne, la *membrane synoviale*, qui tapisse la face interne de la capsule et les surfaces osseuses intra-articulaires non recouvertes de cartilage.

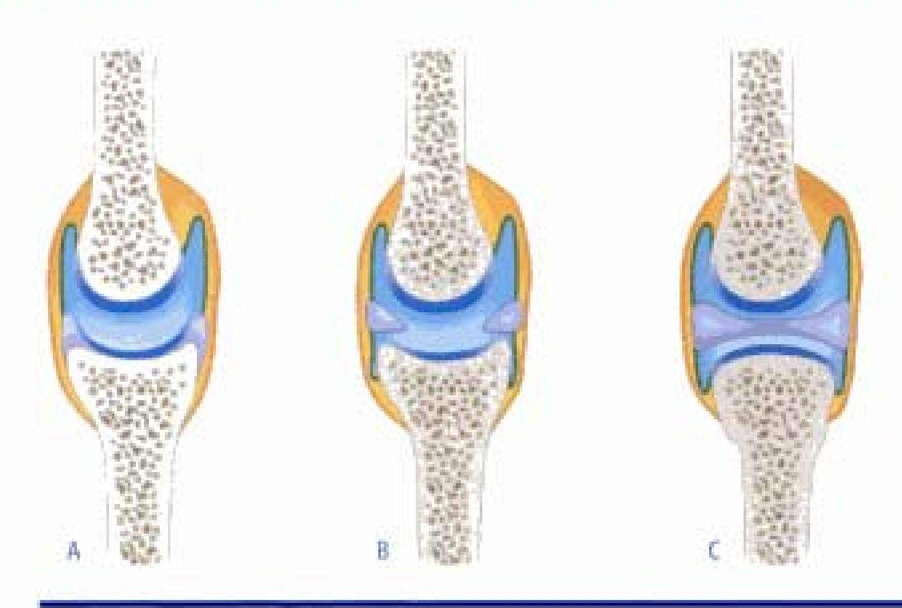


Fig. 5.3.
Surfaces articulaires fibrocartilagineuses.
A. Labrum. B. Ménisque. C. Disque.
En violet : structure fibrocartilagineuse.
En bleu foncé : cartilage hyalin.
En bleu clair : cavité articulaire, limitée par la membrane synoviale.
En orange : membrane fibreuse de la capsule articulaire.

La membrane synoviale est richement vascularisée et innervée. Elle sécrète la *synovie*. Avec le cartilage articulaire, la membrane synoviale limite la *cavité articulaire*. Elle peut faire des culs-de-sac lorsque la capsule est lâche, comme au niveau de l'articulation glénohumérale. Sa face interne peut présenter des *franges synoviales* en regard des interlignes articulaires, comme au niveau de l'articulation du coude.

b. *Ligaments*

Les ligaments sont des moyens d'union résistants ; ce sont des lames fibreuses qui unissent les pièces constitutives de l'articulation :

- les *ligaments capsulaires* sont des épaississements de la membrane fibreuse ;
- les *ligaments extracapsulaires* sont à distance de l'articulation et sont indépendants de la capsule ;
- les *ligaments intracapsulaires* sont à l'intérieur de la capsule mais en dehors de la cavité articulaire, comme les ligaments croisés du genou.

Ces ligaments sont les ligaments passifs d'une articulation. Sur le plan fonctionnel, ils sont opposés aux tendons des muscles péri-articulaires qui sont des ligaments actifs.

B. **Classification des articulations synoviales**

1. Classification morphologique

Cette classification est fondée sur la morphologie des surfaces articulaires :

- l'*articulation sphéroïde* (ou énarthrose) unit deux surfaces sphériques inversées, pleine et creuse (fig. 5.4, A). Les articulations scapulohumérale et coxofémorale sont des articulations sphéroïdes. Elles ont une grande mobilité, permettant des mouvements dans les trois plans de l'espace ;
- l'*articulation ellipsoïde* (ou condylaire) unit deux surfaces ellipsoïdales, concave et convexe (fig. 5.4, B). L'articulation radiocarpienne est une articulation condylaire ;
- l'*articulation sellaire* (ou en selle, ou par emboîtement réciproque) unit deux surfaces osseuses convexes dans un sens et concaves dans l'autre,

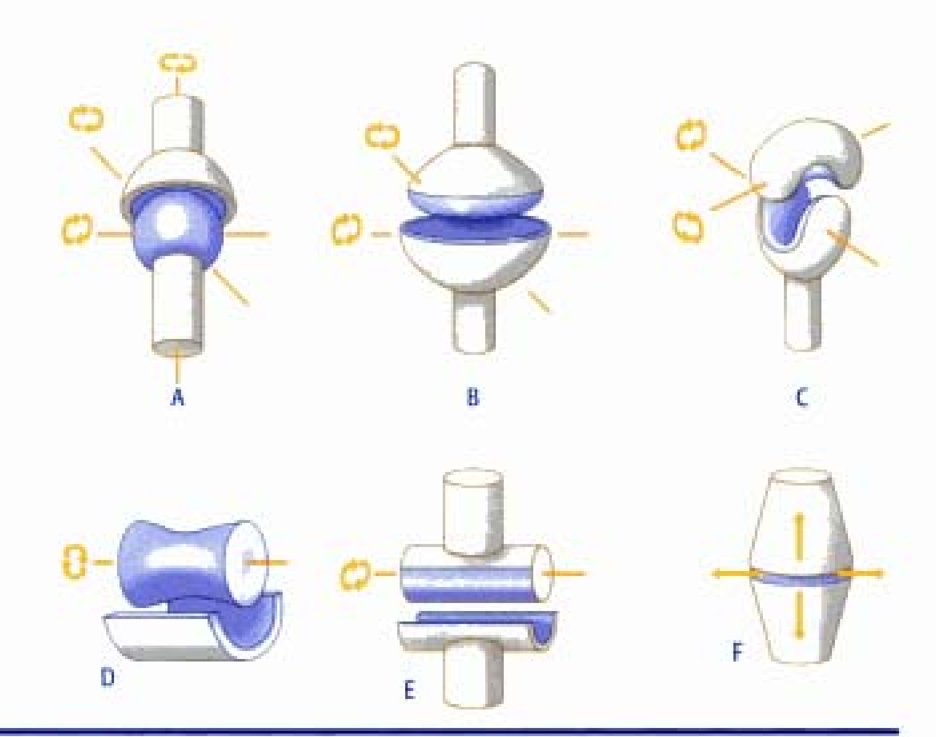


Fig. 5.4.
Classification morphologique des articulations synoviales.
A. Articulation sphéroïde (énarthrose).
B. Articulation ellipsoïde (condylaire).
C. Articulation sellaire (en selle).
D. Articulation trochléenne (ginglyme).
E. Articulation trochoïde.
F. Articulation plane (arthrodie).

de conformation inverse (fig. 5.4, C). L'articulation carpométacarpienne du pouce est une articulation en selle ;

- la *ginglyme* (ou articulation trochléenne) unit deux surfaces en forme de poulie, l'une pleine, l'autre creuse (fig. 5.4, D). L'articulation huméro-ulnaire du coude est une articulation trochléenne ;
- l'*articulation trochoïde* unit deux surfaces cylindriques, pleine et creuse (fig. 5.4, E). L'articulation radio-ulnaire proximale est une articulation trochoïde ;
- les *articulations planes* (ou *arthrodies*) unissent deux surfaces planes (fig. 5.4, F). Les articulations zygapophysaires des apophyses articulaires des vertèbres thoraciques, l'articulation acromioclaviculaire sont des articulations planes. Contrairement aux articulations précédentes, la mobilité de ce type d'articulation est réduite.

2. Classification fonctionnelle

Cette classification est fondée sur le nombre d'axes mécaniques autour desquels s'effectuent les mouvements des leviers osseux. Elle concerne essentiellement les articulations synoviales. Le mouvement des leviers osseux s'effectue autour d'un, de deux ou de trois axes en fonction de la morphologie des surfaces articulaires mises en jeu. Les articulations ont ainsi un, deux ou trois *degrés de liberté*.

► Les mouvements autour d'un axe sagittal sont :
– l'*abduction*, qui écarte un segment du plan médian ;
– et l'*adduction*, qui rapproche le segment du plan médian.

► Les mouvements autour de l'axe transversal sont :
– la *flexion*, qui ferme l'articulation ;
– et l'*extension*, qui ouvre l'articulation.

►

▶ Les mouvements autour d'un axe vertical sont :

– la *rotation latérale*, qui porte la face antérieure du segment considéré en dehors ;

– et la *rotation médiale*, qui porte la face antérieure du segment considéré en dedans (fig. 5.5).

- Les articulations à un axe mécanique sont les articulations trochoïdes et les articulations trochléennes. Elles autorisent un seul type de déplacement.
- Les articulations ellipsoïdes et les articulations sellaires se font autour de deux axes mécaniques. Elles permettent deux types de mouvement.
- Les articulations sphéroïdes ont trois axes mécaniques et permettent des mouvements dans les trois plans de l'espace. La somme des mouvements autour des trois axes permet la *circumduction* (fig. 5.5) qui est l'association des mouvements simples dans les trois plans de l'espace. L'ensemble des mouvements possibles est représenté par un cône dont le sommet correspond au centre de l'articulation et la base correspond au cercle décrit par l'extrémité distale du membre.

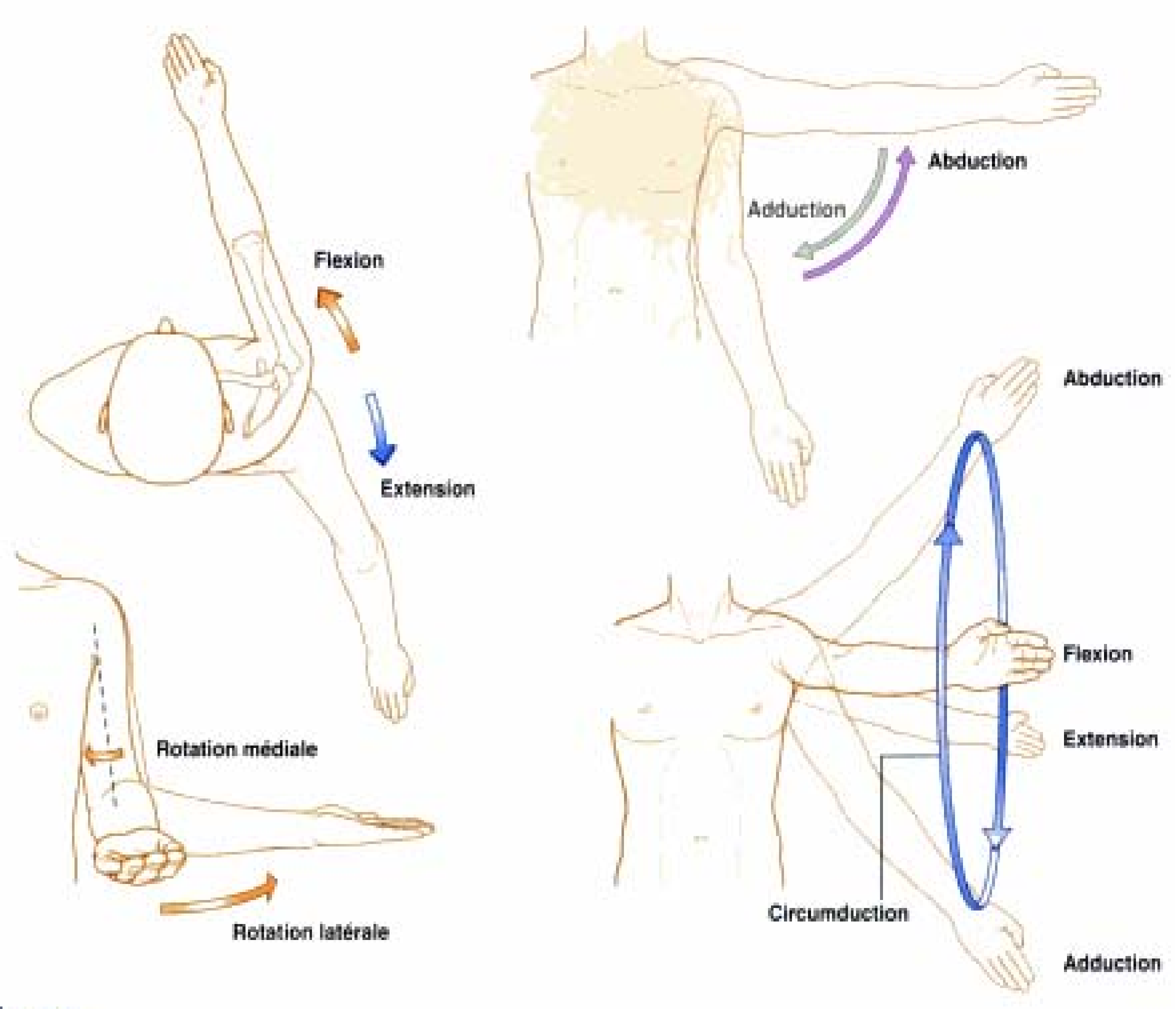


Fig. 5.5.
Mouvements du membre thoracique.

- Les articulations planes n'ont que des mouvements de glissement limités sans axe directeur, comme au niveau du carpe, du tarse ou de l'articulation acromioclaviculaire.

> *Mécanique articulaire*
>
> – La position de repos d'une articulation est la position permettant la relaxation maximale de la capsule articulaire et des structures périarticulaires. C'est également la position antalgique de l'articulation.
>
> – La position de fonction est la position d'une articulation la plus adaptée à une fonction donnée. C'est dans cette position qu'une articulation devra être immobilisée en cas de nécessité.

3. Classification selon le type des surfaces articulaires

- Les *articulations simples* regroupent au sein d'une même cavité articulaire un seul type d'articulation.
- Les *articulations complexes* sont formées par des articulations de types différents au sein d'une même cavité articulaire, comme au niveau du coude et du genou.

IV. Sysarcoses, ou articulations fasciales

Les sysarcoses sont formées par l'interposition d'un muscle entre deux surfaces osseuses. Un exemple est l'interposition du muscle dentelé antérieur entre la scapula et le gril costal à la face postérieure du thorax. L'interposition de ce muscle permet les mouvements de glissement de la scapula sur le gril costal lors des mouvements amples de l'épaule. Les mouvements se font par glissement des fascias (enveloppes fibreuses) recouvrant ces muscles.

V. Vascularisation et innervation

Les articulations, notamment synoviales, sont richement vascularisées et innervées. Les vaisseaux proviennent des cercles artériels et veineux périarticulaires. Les vaisseaux lymphatiques se drainent dans les nœuds profonds de la région.
Les nerfs des articulations appartiennent au système nerveux cérébrospinal et au système nerveux végétatif. Les nerfs proviennent le plus souvent des branches collatérales des nerfs destinés aux muscles agissant sur l'articulation. De nombreux récepteurs sensitifs spécifiques, particulièrement au niveau de la capsule articulaire et des ligaments articulaires, jouent un rôle fondamental dans le maintien de la posture et dans la régulation des mouvements.

VI. Développement des articulations

Les ébauches cartilagineuses de deux pièces osseuses voisines sont séparées par du mésenchyme indifférencié. L'évolution de ce mésenchyme en tissu fibreux, en tissu cartilagineux ou en cavité articulaire permet le développement des trois principaux types d'articulations :

- le mésenchyme indifférencié des articulations fibreuses évolue en tissu fibreux qui s'organisera pour former une syndesmose après différenciation complète ou qui s'ossifiera secondairement pour former une suture ;

- le mésenchyme indifférencié des articulations cartilagineuses évolue en fibrocartilage ;
- le mésenchyme indifférencié des articulations synoviales se creuse d'une cavité articulaire sous l'effet d'une vacuolisation tissulaire et se différencie autour de la cavité articulaire en membrane capsulaire à deux couches, fibreuse superficielle et synoviale profonde.

VII. Exploration

a. *Examen clinique*

L'examen clinique des articulations synoviales explore de manière bilatérale et comparative l'amplitude et la direction des mouvements. Cet examen est passif et actif.

b. *Imagerie*

La radiographie standard, qui permet uniquement la visualisation des surfaces osseuses et de l'interligne articulaire, est l'examen le plus simple et le plus pratiqué. L'opacification des cavités articulaires par injection de produit de contraste dans l'articulation (arthrographie) permet l'évaluation indirecte des structures intra-articulaires. Elle peut être couplée à la réalisation d'un scanner (arthro-scanner). L'échographie et surtout l'IRM permettent la visualisation du cartilage articulaire et des fibrocartilages de manière non invasive. L'arthroscopie est une endoscopie directe des cavités articulaires qui nécessite l'introduction dans la cavité articulaire d'un optique.

▪ *L'arthroscopie permet la visualisation des structures intra-articulaires et, éventuellement, la réalisation de gestes interventionnels comme l'ablation de fragments méniscaux déchirés.*

POINTS CLÉS

▸ Il existe trois grands types d'articulations, que l'on distingue selon leur structure : les articulations fibreuses, les articulations cartilagineuses et les articulations synoviales.

▸ Les articulations synoviales sont les plus élaborées et permettent les mouvements les plus amples.

▸ Les articulations synoviales sont caractérisées par l'existence d'une cavité articulaire et d'une membrane synoviale.

▸ Les surfaces articulaires des articulations synoviales sont recouvertes de cartilage hyalin.

▸ Les articulations synoviales sphéroïdes ont trois degrés de liberté, permettant des mouvements dans les trois plans de l'espace.

ENTRAÎNEMENT

QCM

1. Quelles sont les caractéristiques des articulations fibreuses ?

❑ **A.** Elles sont immobiles.
❑ **B.** Elles ont une cavité articulaire large.
❑ **C.** Les surfaces osseuses sont unies par du fibrocartilage.
❑ **D.** Les surfaces osseuses sont unies par du tissu conjonctif.
❑ **E.** Ce sont les articulations les plus fréquentes au niveau des membres.

2. Parmi ces différents types d'articulations, lesquels sont mobiles ?

❑ **A.** Les syndesmoses.
❑ **B.** Les synostoses.
❑ **C.** Les articulations synoviales.
❑ **D.** Les amphiarthroses.
❑ **E.** Les sysarcoses.

3. Parmi ces articulations, lesquelles ont une cavité articulaire ?

❑ **A.** Les syndesmoses.
❑ **B.** Les synchondroses.
❑ **C.** Les articulations sellaires.
❑ **D.** Les arthrodies.
❑ **E.** Les ginglymes.

4. L'articulation qui unit deux surfaces osseuses en forme de poulie, l'une creuse, l'autre pleine, est :

❑ **A.** Sphéroïde.
❑ **B.** Une articulation condylaire.
❑ **C.** Une articulation sellaire.
❑ **D.** Une ginglyme.
❑ **E.** Une articulation trochoïde.

5. Parmi ces articulations synoviales, laquelle (ou lesquelles) a (ou ont) trois degrés de liberté ?

❑ **A.** Les articulations trochoïdes.
❑ **B.** Les articulations sphéroïdes.
❑ **C.** Les articulations condylaires.
❑ **D.** Les articulations en selle.
❑ **E.** Les arthrodies.

6. Parmi ces articulations synoviales, laquelle (ou lesquelles) a (ou ont) un degré de liberté ?

❑ **A.** Les articulations trochoïdes.
❑ **B.** Les ginglymes.
❑ **C.** Les articulations condylaires.
❑ **D.** Les articulations en selle.
❑ **E.** Les arthrodies.

7. Quelles sont les caractéristiques des articulations synoviales ?

❑ **A.** Elles ont une cavité articulaire.
❑ **B.** Elles ont une membrane synoviale.
❑ **C.** Les surfaces osseuses sont unies par du fibrocartilage.
❑ **D.** Elles constituent la majorité des articulations des membres.
❑ **E.** Elles sont fréquentes au niveau du crâne.

8. Un ménisque :

❑ **A.** Est constitué de cartilage hyalin.
❑ **B.** Est triangulaire sur une coupe transversale.
❑ **C.** Divise la cavité articulaire en deux cavités secondaires distinctes.
❑ **D.** Est richement vascularisé.
❑ **E.** Adhère à la capsule articulaire.

9. La position de fonction d'une articulation :

❑ **A.** Est la position de repos de l'articulation.
❑ **B.** Permet la relaxation maximale de la capsule articulaire.
❑ **C.** Doit être la position d'immobilisation de l'articulation.
❑ **D.** Est la position antalgique de l'articulation.
❑ **E.** Est la position d'une articulation la plus adaptée à une fonction donnée.

Pour les corrections, se reporter à la page 300.

6 Système musculaire

Le système musculaire, étudié par la myologie, est constitué par l'ensemble des muscles. Un muscle est un organe capable de se contracter qui a également des propriétés d'excitabilité, d'élasticité et de tonus.

I. Définitions

Il existe deux grands groupes musculaires, les muscles rouges et les muscles blancs, qui diffèrent par leur structure, leurs propriétés, leur innervation et leur fonction :

- les *muscles rouges* sont des muscles striés dont la contraction est volontaire, dépendant du système nerveux cérébrospinal. Ces muscles sont innervés par des fibres myélinisées permettant une conduction rapide de l'influx nerveux. Ils appartiennent à la vie de relation. La masse volumique des muscles striés représente environ deux cinquièmes du poids du corps. Elle varie avec l'âge, le sexe, l'activité physique et l'état de santé du sujet ;
- les *muscles blancs* sont des muscles lisses dont la contraction est involontaire, dépendant du système nerveux végétatif. Ils sont innervés par des fibres amyéliniques ne permettant qu'une conduction lente de l'influx nerveux. Ces muscles appartiennent à la vie végétative.

■ *Le muscle cardiaque, ou myocarde, est constitué de fibres musculaires striées ayant un rythme autonome modulable par le système nerveux végétatif. Il est étudié avec le cœur : cf. chapitre 12.*

II. Muscles striés, ou muscles rouges

A. Description

La plupart des muscles sont formés par une partie intermédiaire, le ventre, et par deux extrémités tendineuses généralement plus étroites (fig. 6.1) :

- le *ventre* est la seule partie contractile du muscle. Il est charnu, de couleur rouge, constitué essentiellement de *fibres musculaires*. La fibre musculaire, ou *myocyte*, est l'unité morphologique et mécanique du muscle (fig. 6.2). Elle est entourée par l'*endomysium*. Elle est constituée de myofibrilles striées parallèles les unes aux autres, enveloppées par une membrane conjonctive, le *sarcolemme*. Les fibres sont groupées en faisceaux entourés par le *périmysium*. Le muscle est formé par un ensemble de faisceaux et est recouvert par l'*épimysium* ;

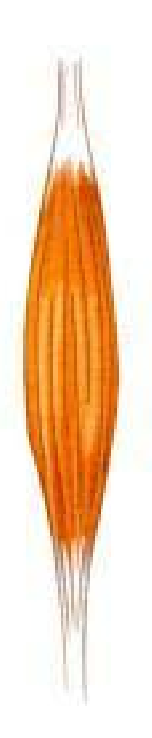


Fig. 6.1.
Muscle strié simple, fusiforme, de type long.

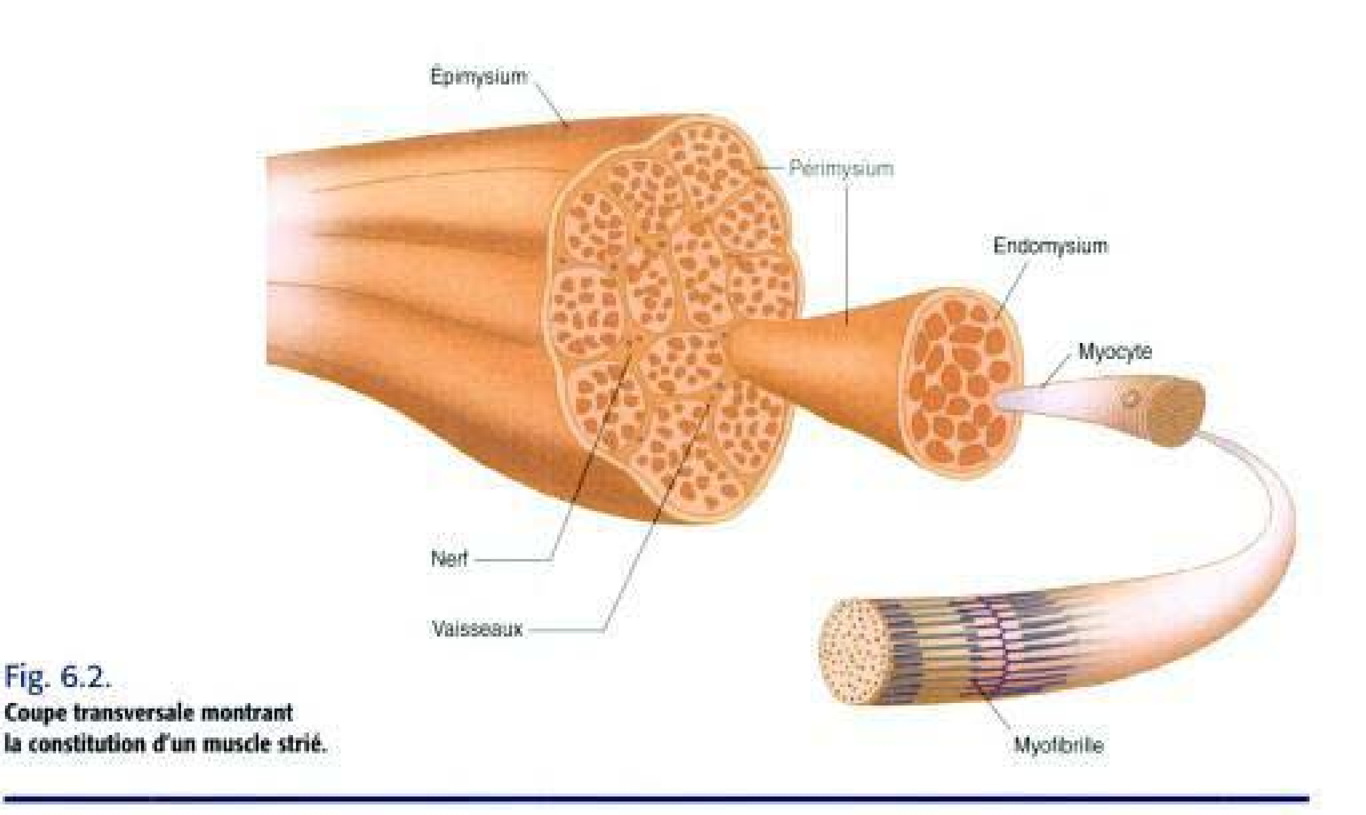


Fig. 6.2.
Coupe transversale montrant la constitution d'un muscle strié.

- les *extrémités tendineuses*, non contractiles et inextensibles, sont blanches et résistantes. Elles sont constituées par du tissu conjonctif fibreux. Elles peuvent être cylindriques ou aplaties. Les tendons sont constitués par des fibres de collagène parallèles entre elles ou ayant une disposition hélicoïdale.

B. Insertions musculaires

Les muscles peuvent s'insérer sur les os, les cloisons intermusculaires, les arcades fibreuses, les muqueuses comme la langue et le derme. Ces insertions sont directes par des fibres charnues ou indirectes par l'intermédiaire de fibres tendineuses formant un *tendon*, cordon étroit, ou formant une *aponévrose*, large lame fibreuse.
La plupart des muscles ont une insertion proximale proche de la colonne vertébrale et une insertion distale plus éloignée de la colonne vertébrale.

C. Classification

1. Selon leurs insertions

Les *muscles squelettiques* ont deux insertions osseuses. Par leur contraction, ils permettent la mise en mouvement des articulations qu'ils croisent. Il y a environ cinq cents muscles squelettiques.
Les *muscles peauciers* ont une insertion osseuse et une insertion sous-cutanée. Leur contraction est responsable des plissements de la peau. Au niveau de la face, ils permettent les mouvements du visage et constituent les muscles de la mimique.

2. Selon leur morphologie

Les *muscles longs* (fig. 6.1) ont une longueur nettement supérieure à leur largeur et à leur épaisseur. Ils sont fusiformes.
Les *muscles plats*, ou larges, ont une longueur et une largeur plus importantes que leur épaisseur. Leur ventre peut être triangulaire (muscle grand pectoral, muscle deltoïde) ou rectangulaire (muscle oblique externe de l'abdomen).
Les *muscles courts* ont des dimensions sensiblement égales.
Les *muscles annulaires* sont circulaires ou semicirculaires. Leur contraction permet la fermeture d'un orifice naturel : le muscle orbiculaire des lèvres (fig. 6.3), le muscle orbiculaire des paupières, le sphincter externe de l'anus, le sphincter externe de l'urètre.

3. Selon le nombre de ventres et de tendons

Les *muscles simples*, ou muscles *monogastriques*, sont formés par un corps charnu unique (fig. 6.1).

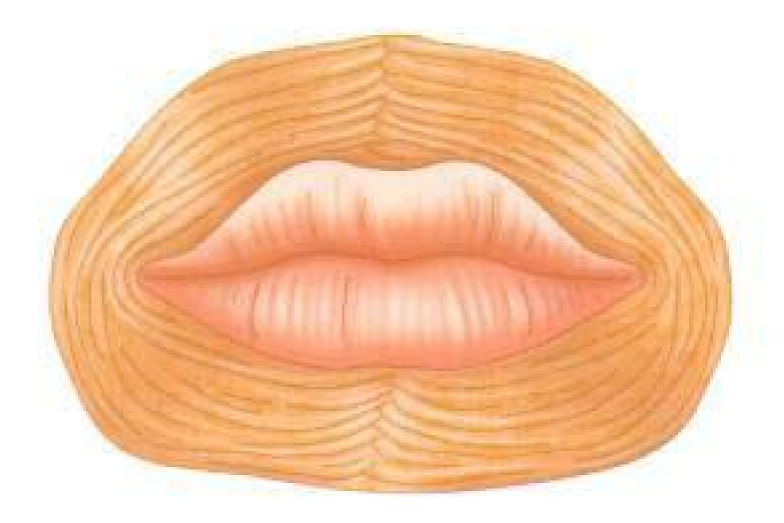


Fig. 6.3.
Muscle annulaire.
Muscle orbiculaire des lèvres formé par deux muscles semicirculaires.

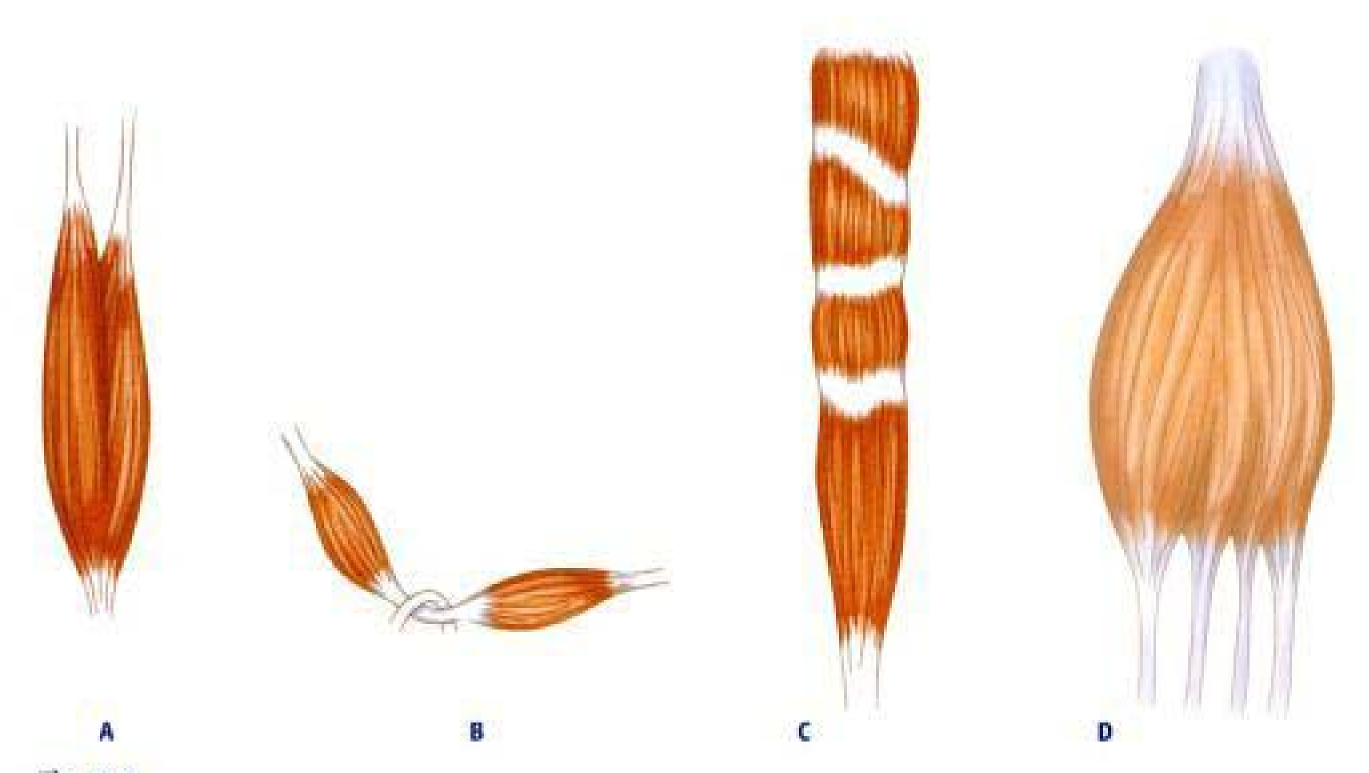


Fig. 6.4.
Classification des muscles selon leur morphologie.
A. Muscle biceps. B. Muscle digastrique. C. Muscle polygastrique : muscle droit de l'abdomen. D. Muscle fléchisseur des doigts.

Les *muscles composés*, ou *muscles polygastriques*, ont plusieurs ventres :
- les muscles *biceps* ont deux ventres se réunissant pour se continuer par une extrémité tendineuse unique (muscle biceps brachial, muscle biceps fémoral) (fig. 6.4, A) ;
- les *muscles triceps* (muscle triceps brachial) et *quadriceps* (muscle quadriceps fémoral) ont respectivement trois et quatre chefs musculaires proximaux ;
- les *muscles digastriques* ont deux ventres musculaires qui sont réunis par une partie tendineuse intermédiaire (muscle omohyoïdien) (fig. 6.4, B) ;
- d'autres muscles composés ont plusieurs ventres superposés, séparés par des portions tendineuses (muscle droit de l'abdomen) (fig. 6.4, C).

Les muscles striés peuvent également avoir un ou plusieurs tendons distaux continuant un ventre unique (muscle fléchisseur des doigts) (fig. 6.4, D).

■ Chaque portion d'un muscle composé (un ventre et son tendon) est dénommée chef musculaire (chef long et chef court du biceps brachial, par exemple).

D. Texture et fibres musculaires

La texture du muscle est caractérisée par la direction de ses fibres tendineuses par rapport à la direction de ses fibres musculaires (fig. 6.5) :
- les fibres musculaires des muscles plats ont la même direction que les fibres tendineuses, tandis que celles des muscles fusiformes convergent vers les extrémités tendineuses. La disposition des fibres musculaires et tendineuses de ces deux types de muscles leur permet des mouvements importants mais peu puissants ;
- les fibres musculaires des muscles penniformes s'insèrent de part et d'autre d'un tendon axial. Celles des muscles semipenniformes et des muscles multipennés s'insèrent respectivement sur une seule face tendi-

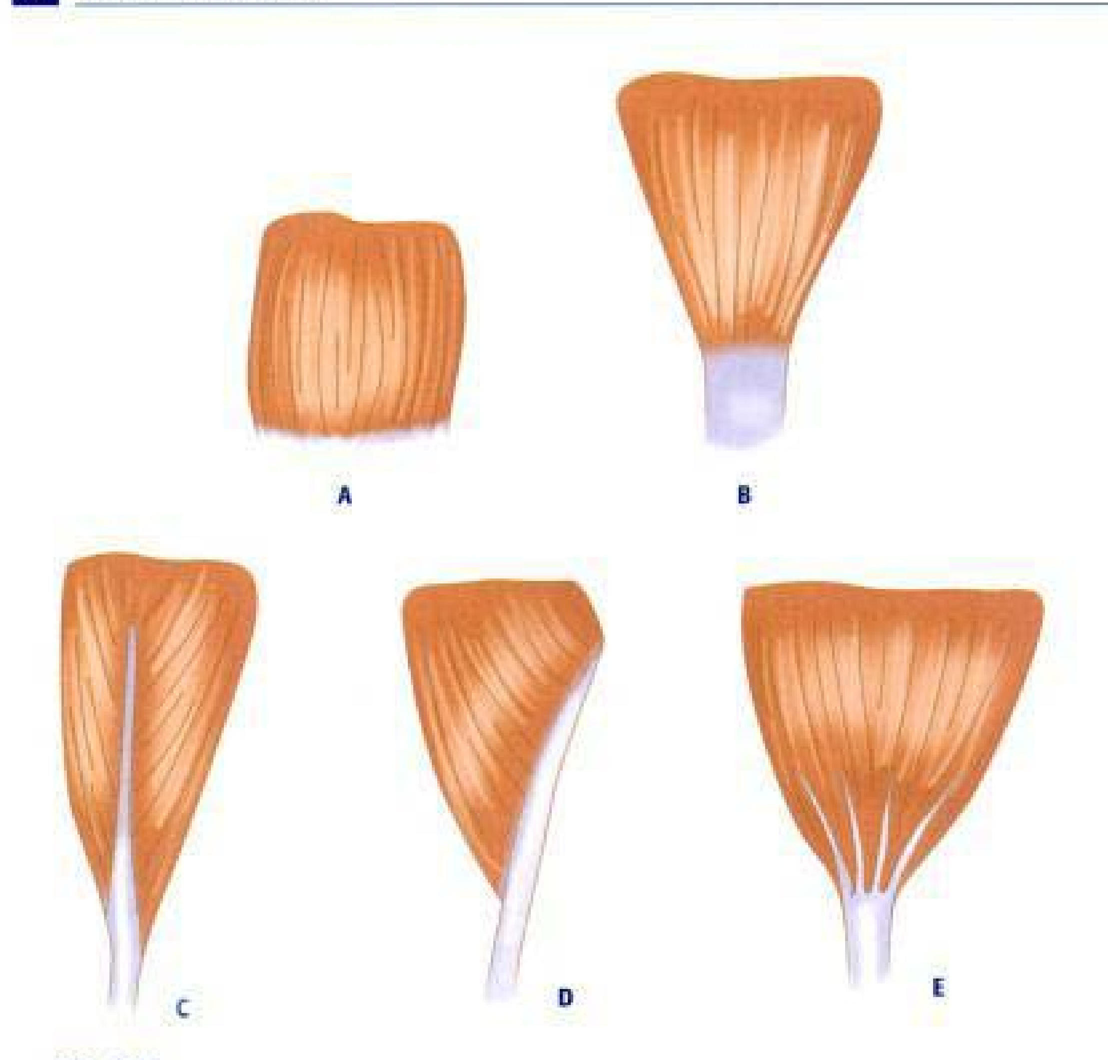


Fig. 6.5.
Texture des muscles.
A. Muscle plat. B. Muscle fusiforme. C. Muscle penniforme. D. Muscle semipenniforme. E. Muscle multipenné.

neuse ou sur plusieurs languettes tendineuses distales. La disposition oblique des fibres musculaires par rapport aux fibres tendineuses confère à ces muscles des mouvements puissants mais ne permet que des déplacements réduits.

a. *Types de fibres musculaires*

Il y a plusieurs types de fibres musculaires :

- les *fibres de type I* permettent une contraction lente et soutenue. Ce sont des fibres de type anaérobie infatigables. Elles sont majoritaires dans les muscles responsables de la posture ;
- les *fibres de type II* sont des fibres à contraction rapide :
  - les *fibres de type IIA* sont de type aérobie et anaérobie. Elles permettent des contractions rapides et soutenues ;
  - les *fibres de type IIB* sont des fibres aérobies strictes, fatigables, les plus puissantes mais ne permettant qu'une contraction limitée dans le temps.

Ces trois types de fibres existent simultanément au sein d'un même muscle, en proportions variables, dépendant de la fonction du muscle.

E. Structures annexes

1. Fascias

Les fascias sont des enveloppes fibreuses qui entourent un muscle ou un groupe de muscles. Leur face superficielle est en rapport avec la peau et le tissu sous-cutané. Sa déchirure est responsable d'une hernie musculaire. Leur face profonde repose sur les muscles. Elle peut donner des prolongements fibreux qui s'interposent entre des muscles ou des groupes musculaires en formant un *septum*, ou *cloison intermusculaire* (fig. 6.6).

2. Bourses synoviales

Les bourses synoviales, ou bourses séreuses, sont des cavités remplies de *synovie* limitées par une membrane conjonctive (fig. 6.7). Leur taille et leur forme sont variables. Elles sont interposées entre un tendon ou un muscle et les formations anatomiques voisines (os, articulation, peau, muscle) formant les *bourses synoviales tendineuses*, *musculaires* ou *sous-cutanées*. Elles favorisent le glissement des structures à leur contact.

3. Gaines tendineuses

a. *Gaines fibreuses des tendons*

Ce sont des ponts de tissus fibreux qui sont fixés à l'os, délimitant avec lui un *canal ostéofibreux* (fig. 6.8). Elles maintiennent le tendon au contact de l'os.

b. *Gaines synoviales des tendons*

Les gaines synoviales existent surtout au niveau de l'extrémité distale des membres. Elles sont formées par deux feuillets de membrane conjonctive limitant une cavité remplie d'une fine couche de liquide synovial (fig. 6.8). Elles entourent certains tendons en facilitant leur glissement, notamment

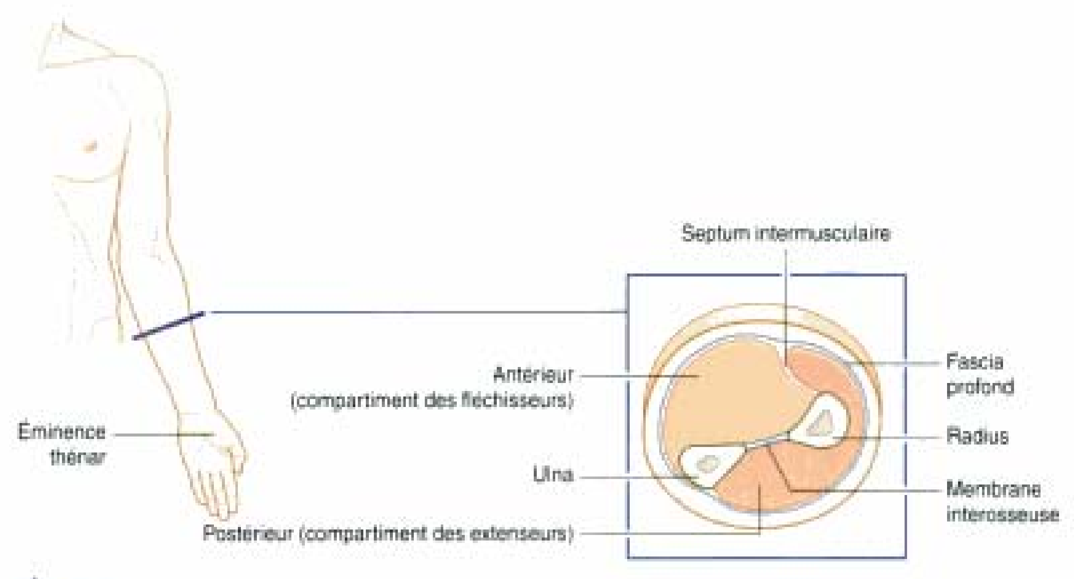


Fig. 6.6.
Fascias et septums intermusculaires.
Coupe transversale de l'avant-bras gauche.

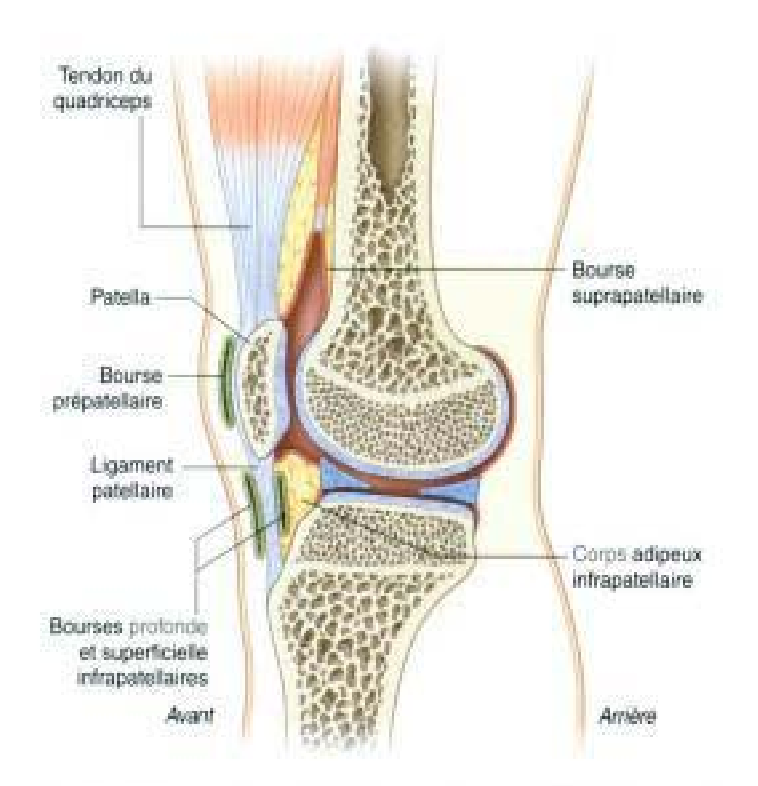


Fig. 6.7.
Bourses synoviales.

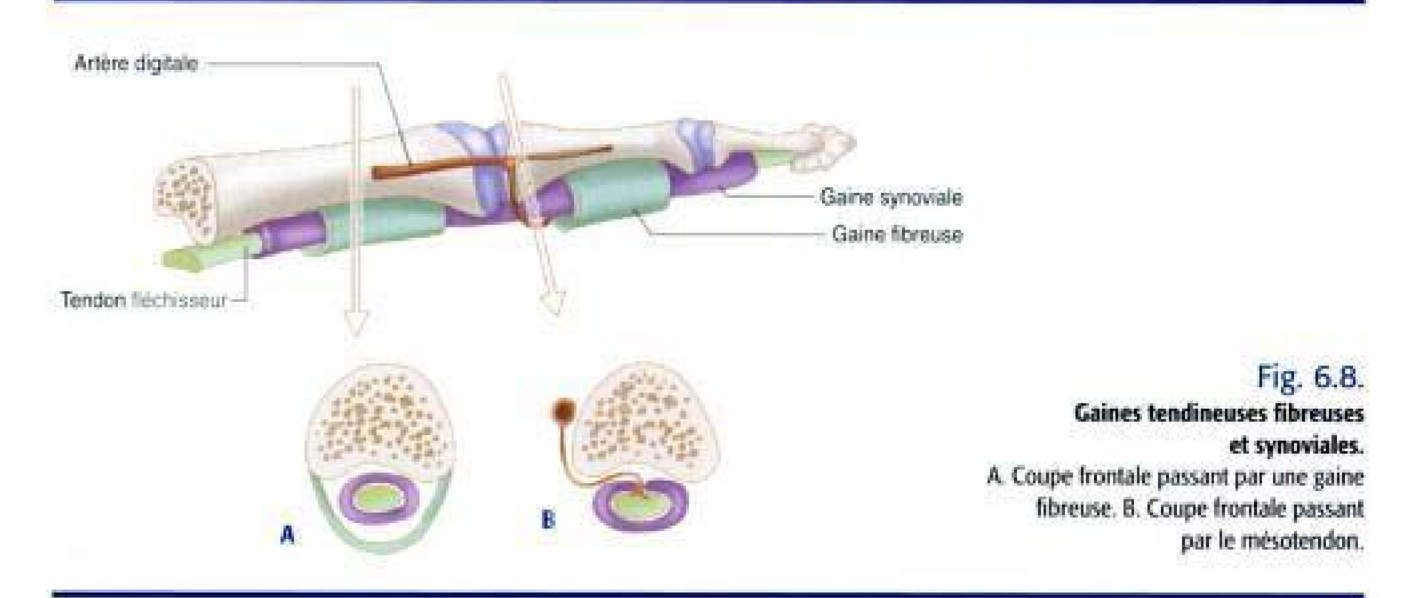


Fig. 6.8.
Gaines tendineuses fibreuses et synoviales.
A. Coupe frontale passant par une gaine fibreuse. B. Coupe frontale passant par le mésotendon.

dans les coulisses ostéofibreuses. La réflexion (réunion par repliement) des feuillets viscéral et pariétal délimite le *mésotendon*, donnant le passage aux vaisseaux et nerfs tendineux.

4. Loges musculaires

Les loges sont limitées par les fascias, les septums intermusculaires, les os et les membranes interosseuses. Elles contiennent des muscles ayant une fonction similaire. Elles sont *inextensibles*.

Un œdème musculaire ou un hématome dans une loge musculaire qui est inextensible peut comprimer les éléments contenus dans la loge. Les éléments les plus sensibles à la compression sont les vaisseaux et les nerfs, ce qui explique les risques d'ischémie et d'atteinte nerveuse (paralysie et/ou anesthésie) en cas d'augmentation de pression dans la loge.

F. Vascularisation et innervation

1. Vaisseaux musculaires

La vascularisation du ventre musculaire est importante ; celle des tendons l'est beaucoup moins.

- Les *artères* vascularisant les muscles sont nombreuses. Elles proviennent des troncs artériels voisins. Leur pénétration dans les muscles ayant un rôle important se fait par un point constant. Dans le muscle, au niveau du périmysium, les artères se divisent en capillaires qui sont parallèles aux fibres musculaires. Les anastomoses artérielles dans le muscle et les anastomoses extramusculaires sont nombreuses, permettant une vascularisation abondante qui est accrue au cours de l'effort physique.
- Les *veines* sont également nombreuses. Elles sont le plus souvent satellites des artères. Elles sont pourvues de valvules et ont un rôle important de pompe veineuse pour ramener le sang vers le cœur.
- Les *lymphatiques* accompagnent les artères et les nerfs.

2. Innervation musculaire

L'innervation musculaire est double : sensitive et motrice.

a. *Innervation motrice*

L'innervation motrice dépend de fibres myélinisées. Chaque fibre nerveuse se termine au contact de fibres musculaires en formant une *unité motrice*. Le nombre de fibres musculaires par unité motrice est inversement proportionnel à la précision du mouvement. La jonction entre la fibre nerveuse et la fibre musculaire est la *plaque motrice*.

b. *Innervation sensitive*

L'innervation sensitive est assurée par des fibres myélinisées dont le récepteur est situé dans le ventre musculaire, renseignant le système nerveux central sur l'étirement et la tension du muscle, mais également par des fibres dont le récepteur est situé dans les tendons, renseignant le système nerveux central sur la position des membres dans l'espace. Ces mécanismes sensitifs sont fondamentaux pour l'adaptation à la force de gravité et à la coordination des mouvements volontaires et involontaires.

G. Anatomie fonctionnelle

La contraction peut être statique (ou isométrique) ou dynamique (ou isotonique) :

- la *contraction statique* est une contraction du muscle sans raccourcissement. Le muscle produit une force mais sa longueur ne varie pas. Il n'y a pas de mouvement articulaire ;
- la *contraction dynamique* entraîne le raccourcissement du muscle. La contraction des muscles annulaires permet la fermeture d'un orifice naturel ; celle des muscles squelettiques permet la mobilisation des leviers osseux situés de part et d'autre d'une articulation.

Au niveau d'une articulation, il existe des *muscles agonistes* qui initient le mouvement et des *muscles antagonistes* qui s'opposent à l'action des muscles agonistes. La synergie musculaire est une contraction coor-

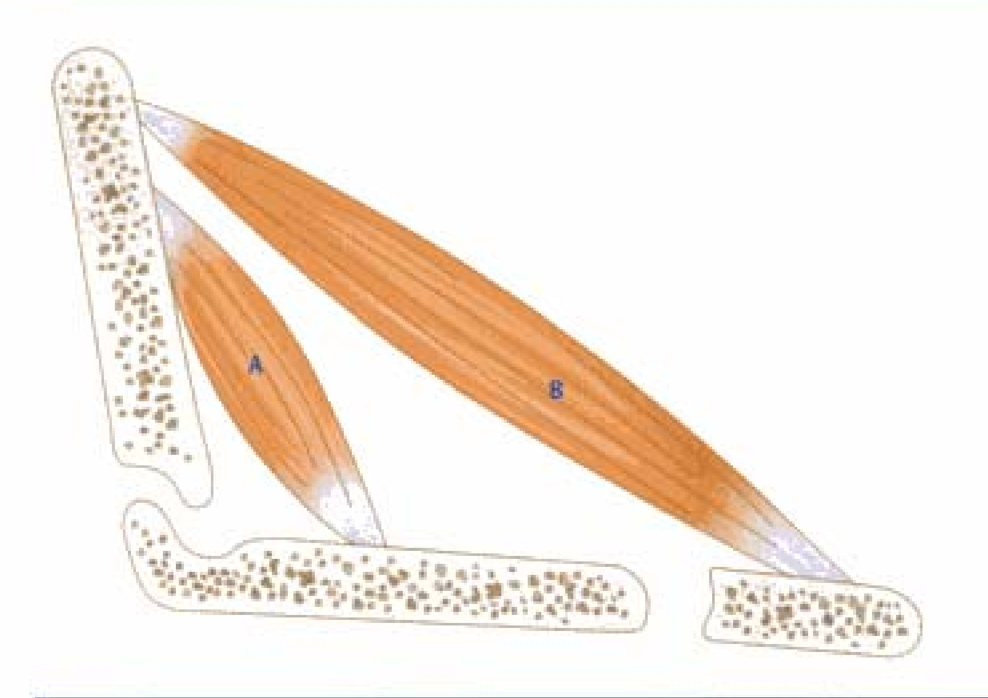


Fig. 6.9.
Muscles monoarticulaire (A) et polyarticulaire (B).

donnée de plusieurs muscles destinée à exécuter un mouvement précis.

Un *muscle polyarticulaire* croise plusieurs articulations (fig. 6.9, B). Le muscle biceps brachial passe en avant de l'articulation de l'épaule et de l'articulation du coude. Il est fléchisseur du bras sur l'épaule et de l'avant-bras sur le bras.

Une *chaîne musculaire* regroupe les muscles squelettiques de différentes régions qui contribuent à la même fonction. La station debout nécessite l'intervention d'une chaîne musculaire faisant intervenir les muscles de la nuque pour le redressement de la tête, les muscles des gouttières vertébrales pour le maintien de la colonne vertébrale, le muscle grand fessier pour l'extension de la cuisse, le muscle quadriceps fémoral pour l'extension de la jambe et le muscle triceps sural pour l'extension du pied.

H. Exploration

a. *Examen clinique*

L'examen clinique de l'appareil musculaire se fait de façon bilatérale et symétrique. Il apprécie la symétrie de la masse musculaire, la force et le tonus musculaire. Il évalue les mouvements volontaires et les mouvements involontaires.

b. *Imagerie*

L'échographie et l'imagerie par résonance magnétique nucléaire (RMN) permettent de visualiser les tendons et les fascias. Elles permettent également de distinguer les fibres tendineuses au sein d'un muscle strié dont la déchirure peut être responsable d'un claquage musculaire.

c. *Explorations fonctionnelles*

L'électromyographie permet d'étudier l'activité musculaire et de différencier les troubles d'origine musculaire de ceux d'origine nerveuse.

III. Muscles lisses, ou muscles blancs

Les muscles lisses sont plus nombreux que les muscles striés. Ils sont formés de cellules fusiformes, non striées, plus petites que les myocytes des muscles striés.

Les cellules des muscles lisses sont regroupées pour former un muscle individualisé ou restent isolées, le plus souvent au sein d'un tissu conjonctif.

Les muscles lisses individualisés sont :

- tubulaires (muscle lisse de l'intestin) ;
- annulaires (sphincter lisse de l'anus, muscle constricteur de l'iris) ;
- plats (muscle dartos) ;
- sacculaires (muscle myomètre de l'utérus).

Les muscles lisses sont peu vascularisés, ce qui explique leur couleur blanc rosé. L'innervation des muscles lisses est également pauvre. Elle est involontaire et dépend de fibres amyéliniques du système nerveux végétatif. La transmission de l'influx nerveux se fait souvent de proche en proche.

POINTS CLÉS

- Il existe deux grands groupes musculaires, les muscles rouges et les muscles blancs.
- Les muscles rouges sont des muscles striés dont la contraction est volontaire.
- Les muscles blancs sont des muscles lisses dont la contraction est involontaire.
- Les muscles rouges sont formés d'une partie intermédiaire, le ventre, portion charnue, rouge et contractile, et d'extrémités généralement tendineuses, blanchâtres, non contractiles.
- Les fibres musculaires de type I sont de type anaérobie. Elles sont majoritaires dans les muscles de la posture.
- Les fibres de type II sont principalement de type aérobie. Elles permettent une contraction plus rapide et plus puissante mais moins soutenue que celles de type I.
- Les loges musculaires contiennent des muscles ayant une fonction similaire. Elles sont inextensibles.

ENTRAÎNEMENT



1. **Les myocytes des muscles striés :**
- ❑ **A.** Sont abondants dans les extrémités tendineuses des muscles striés.
- ❑ **B.** Sont constitués de myofibrilles lisses.
- ❑ **C.** Sont constitués de myofibrilles striées.
- ❑ **D.** Sont entourés par le périmysium.
- ❑ **E.** Sont entourés par l'endomysium.

2. **Les muscles striés peuvent s'insérer sur :**
- ❑ **A.** Les os.
- ❑ **B.** Les cloisons intermusculaires.
- ❑ **C.** Les arcades fibreuses.
- ❑ **D.** Les muqueuses.
- ❑ **E.** Le cartilage hyalin.

3. **Les fibres musculaires de type I :**
- ❑ **A.** Sont des fibres infatigables.
- ❑ **B.** Sont des fibres anaérobies.
- ❑ **C.** Sont majoritaires dans les muscles responsables de la posture.
- ❑ **D.** Sont à contraction rapide.
- ❑ **E.** Permettent une contraction puissante mais limitée dans le temps.

4. **Les enveloppes fibreuses qui entourent un muscle ou un groupe de muscles sont :**
- ❑ **A.** Des bourses synoviales.
- ❑ **B.** Des fascias.
- ❑ **C.** Des cloisons intermusculaires.
- ❑ **D.** Des gaines fibreuses.
- ❑ **E.** Des gaines synoviales.

5. **Les loges musculaires sont limitées par :**
- ❑ **A.** Les fascias.
- ❑ **B.** Les bourses synoviales.
- ❑ **C.** Les septums intermusculaires.
- ❑ **D.** Les os.
- ❑ **E.** Les membranes interosseuses.

6. **Les artères des muscles striés :**
- ❑ **A.** Vascularisent essentiellement le tendon musculaire.
- ❑ **B.** Sont nombreuses.
- ❑ **C.** Pénètrent les muscles fonctionnellement importants par un point constant.
- ❑ **D.** Se divisent dans le muscle en capillaires parallèles aux fibres musculaires.
- ❑ **E.** Proviennent des troncs artériels voisins.

7. **Les muscles lisses :**
- ❑ **A.** Appartiennent à la vie de relation.
- ❑ **B.** Ont une contraction volontaire.
- ❑ **C.** Sont rouges.
- ❑ **D.** Sont innervés par des fibres amyéliniques.
- ❑ **E.** Sont formés de cellules musculaires plus petites que celles des muscles striés.

8. **Une contraction isométrique :**
- ❑ **A.** Est une contraction statique.
- ❑ **B.** Est une contraction dynamique.
- ❑ **C.** Est une contraction isotonique.
- ❑ **D.** Entraîne un raccourcissement musculaire.
- ❑ **E.** Entraîne un mouvement articulaire.

Pour les corrections, se reporter à la page 300.

Colonne vertébrale

7

L'homme appartient à l'embranchement des Vertébrés. La colonne vertébrale est l'axe central du squelette, situé au niveau de la partie médiane et dorsale du corps. Elle est formée par l'empilement d'éléments comparables dénommés vertèbres sur lesquelles s'appuient toutes les autres pièces du squelette.

I. Généralités sur les vertèbres

La colonne vertébrale est l'ensemble des vertèbres. Toutes les vertèbres sont bâties sur le même modèle. Une vertèbre est constituée d'un corps vertébral, sur lequel se fixe un arc vertébral et d'où se détachent des processus (fig. 7.1).

1. Corps vertébral

Le corps vertébral est médian, ventral (antérieur), massif, élément clé de la statique vertébrale. Chaque corps vertébral est séparé par un disque intervertébral.

2. Arc vertébral

L'arc vertébral (ou arc neural), postérieur (dorsal), est constitué :
- des pédicules, antéropostérieurs, pont d'union avec le corps ;
- des lames : lame osseuse se dirigeant en arrière et en dedans, se fusionnant avec celle du côté opposé.

3. Processus vertébraux

Les processus vertébraux sont au nombre de sept :
- deux processus transverses, latéraux, se dirigent en dehors ;
- quatre processus articulaires, deux supérieurs et deux inférieurs, s'articulent entre eux (articulation zygapophysaire), formant la colonne des processus articulaires ;
- un processus épineux, impair, médian, dorsal.

■ *Le processus épineux est palpable ; par conséquent, il est accessible à l'examen clinique.*

■ *Par convention, pour éviter toute confusion avec les racines nerveuses, la numérotation des vertèbres est indiquée en chiffres romains.*

4. Foramen vertébral

- Le foramen vertébral est limité par la face dorsale du corps vertébral en avant et l'arc vertébral en arrière (fig. 7.2).
- L'ensemble des foramen vertébraux forment le *canal vertébral*. Il contient une partie du système nerveux central : la *moelle spinale* et les *racines spinales*. La moelle spinale s'étend de la première vertèbre cervicale CI à la partie supérieure de la deuxième vertèbre lombale LII. Pour les racines spinales, il existe une racine antérieure (ventrale) motrice et une racine postérieure (dorsale) sensitive pour chaque segment médullaire ; en dessous de la terminaison de la moelle, seules les racines sont retrouvées dans le canal vertébral ; elles forment la *queue de cheval* (fig. 7.3).
- Le canal vertébral contient aussi les *méninges spinales* – dure-mère, arachnoïde et pie-mère, cette dernière étant séparée de l'arachnoïde par l'espace subarachnoïdien (fig. 7.2 et *cf.* fig. 8.24 au chapitre 8) – ; les méninges spinales sont séparées de la paroi osseuse du canal, constituant ainsi un espace extradural.

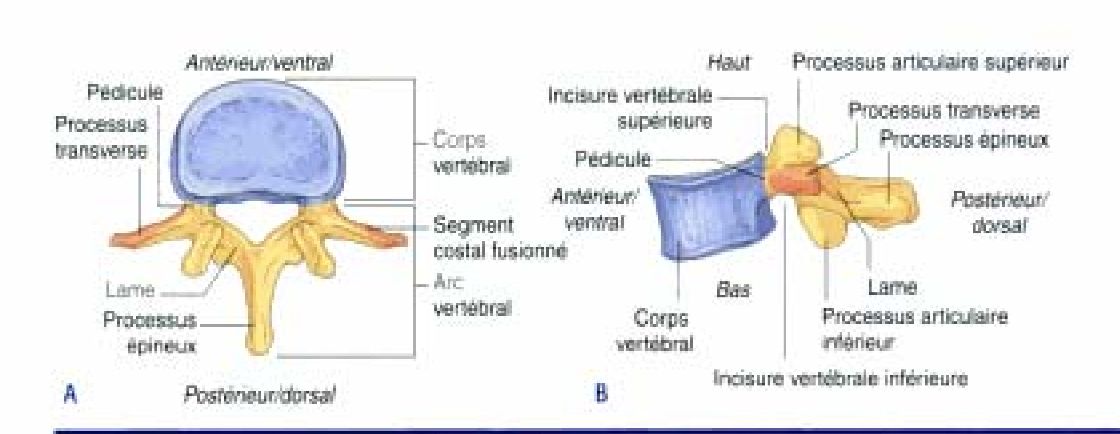


Fig. 7.1.
Vertèbre type.
A. Vue supérieure.
B. Vue latérale.

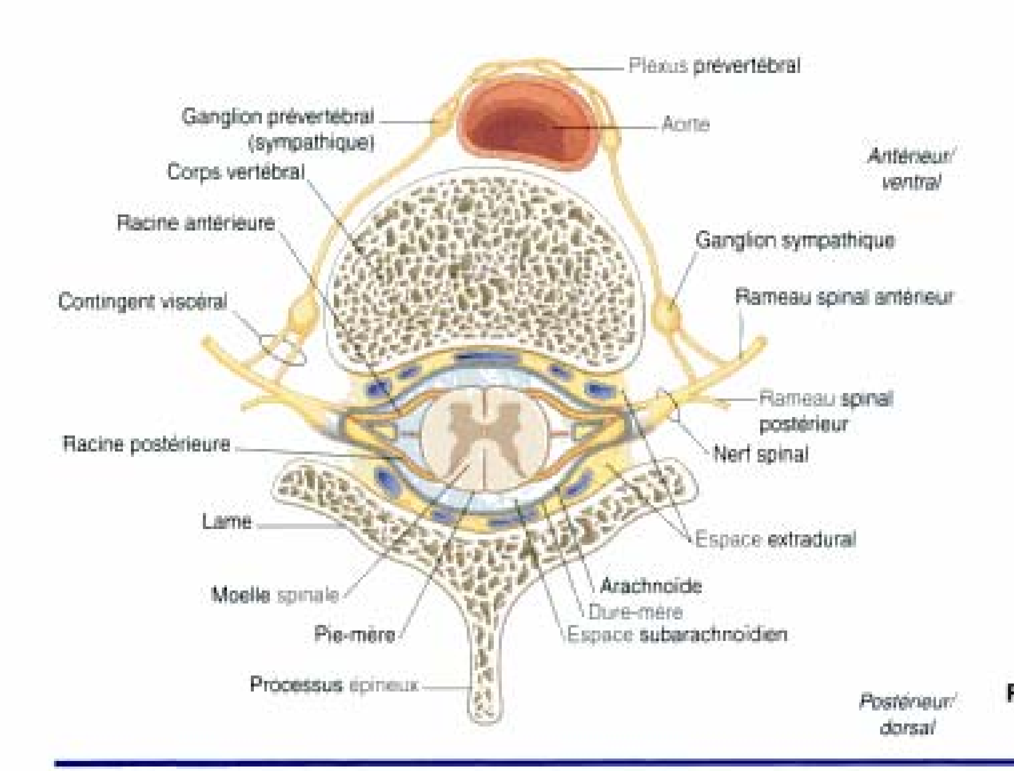


Fig. 7.2.
Foramen vertébral et nerfs spinaux.
Coupe transversale.

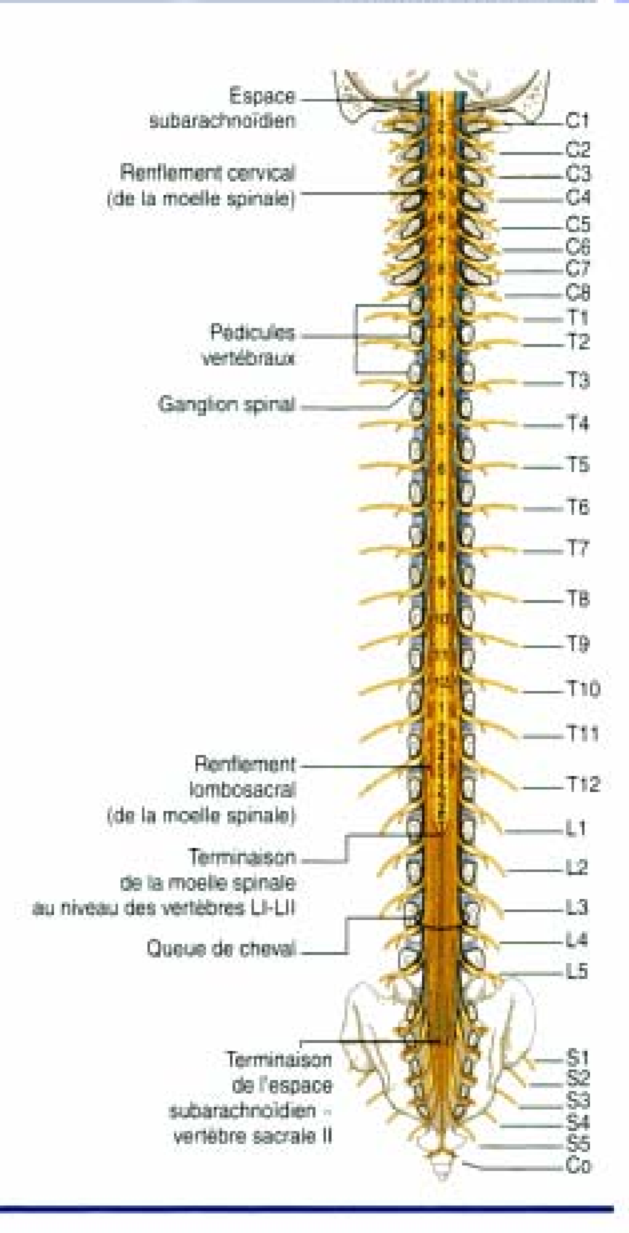


Fig. 7.3.
Canal vertébral, moelle spinale et nerfs spinaux.
Les chiffres indiqués au sein de la moelle spinale indiquent les segments médullaires d'où émergent les racines spinales. La moelle spinale étant plus courte que le canal vertébral, les racines spinales parcourent un trajet de plus en plus long (de crânial en caudal) dans le canal vertébral avant de sortir par le foramen intervertébral correspondant.

- L'*espace extradural* (ou épidural, ou péridural) est l'espace situé entre la paroi du canal vertébral et les méninges ; il contient des vaisseaux (plexus veineux vertébraux internes, artères) et de la graisse.

II. Généralités sur la colonne vertébrale

Il existe de haut (extrémité crâniale) en bas (extrémité caudale) (fig. 7.3, et *cf.* fig. 3.1 au chapitre 3) :

- sept vertèbres cervicales constituant la colonne cervicale, notées CI à CVII (d'où émergent les nerfs spinaux C1 à C8) ;
- douze vertèbres thoraciques constituant la colonne thoracique, notées TI à TXII (d'où émergent les nerfs spinaux T1 à T12) ;
- cinq vertèbres lombales constituant la colonne lombale, notées LI à LV (d'où émergent les nerfs spinaux L1 à L5) ;
- cinq vertèbres sacrales constituant la colonne sacrale, notées SI à SV (d'où émergent les nerfs spinaux S1 à S5) ;
- un nombre variable de vertèbres, en général quatre, constituant la colonne coccygienne.

■ *Les sept premières paires de nerfs spinaux émergent au-dessus du pédicule de la vertèbre qui leur correspond ; le nerf C8 émerge entre CVII et TI ; les autres nerfs émergent sous le pédicule de la vertèbre du même nom.*

On dénomme *colonne fixe* :

- les cinq vertèbres sacrales qui sont soudées entre elles et qui constituent le sacrum ;
- la fusion des quatre à six éléments coccygiens qui aboutit à un osselet unique : le coccyx.

Il en résulte une perte de la mobilité des étages sacral et coccygien, d'où leur nom de colonne fixe.
On dénomme *colonne mobile* la partie supérieure de la colonne vertébrale : vertèbres cervicales, thoraciques et lombales.
La jonction entre la partie mobile et la partie fixe de la colonne constitue la *charnière lombosacrale*.
La colonne vertébrale a des fonctions :

- statique, permettant la station érigée ;
- dynamique, permettant la gamme étendue des mouvements et la marche ;
- de protection du système nerveux central.

La colonne vertébrale est l'axe du squelette sur lequel se fixent directement ou indirectement toutes les autres pièces osseuses. Elle assure la cohésion unissant la tête et le thorax, le thorax et le bassin.

Courbures de la colonne vertébrale

La colonne est rectiligne dans un plan frontal (les déviations de la colonne dans le plan frontal se nomment une scoliose) mais, dans le plan sagittal, la colonne vertébrale présente des courbures (fig. 7.4) :

– courbure cervicale, convexe en avant, centrée en CV, ou lordose cervicale ;

– courbure thoracique, concave en avant, centrée sur TVI, ou cyphose thoracique ;

– courbure lombale, convexe en avant, centrée sur LIII, ou lordose lombale ;

– courbure sacrale/coccygienne : la face antérieure du sacrum est concave vers l'avant.

■ *On nomme promontoire le bord supérieur de la première vertèbre sacrale.*

III. Segments vertébraux

A. Colonne cervicale (sept vertèbres)

La colonne cervicale constitue le squelette du cou.
Les quatre vertèbres cervicales CIII à CVII sont des vertèbres cervicales typiques (ou modales).
Il existe une lordose cervicale (courbure convexe en avant centré en CV).
La colonne cervicale fait partie de la colonne mobile.

1. Vertèbre cervicale modale

Les vertèbres cervicales modales (CIII, CIV, CV, CVI) présentent un corps vertébral rectangulaire, avec un crochet, l'uncus (processus uncinatus) (fig. 7.5, A et B).
Le foramen vertébral est triangulaire à base ventrale.

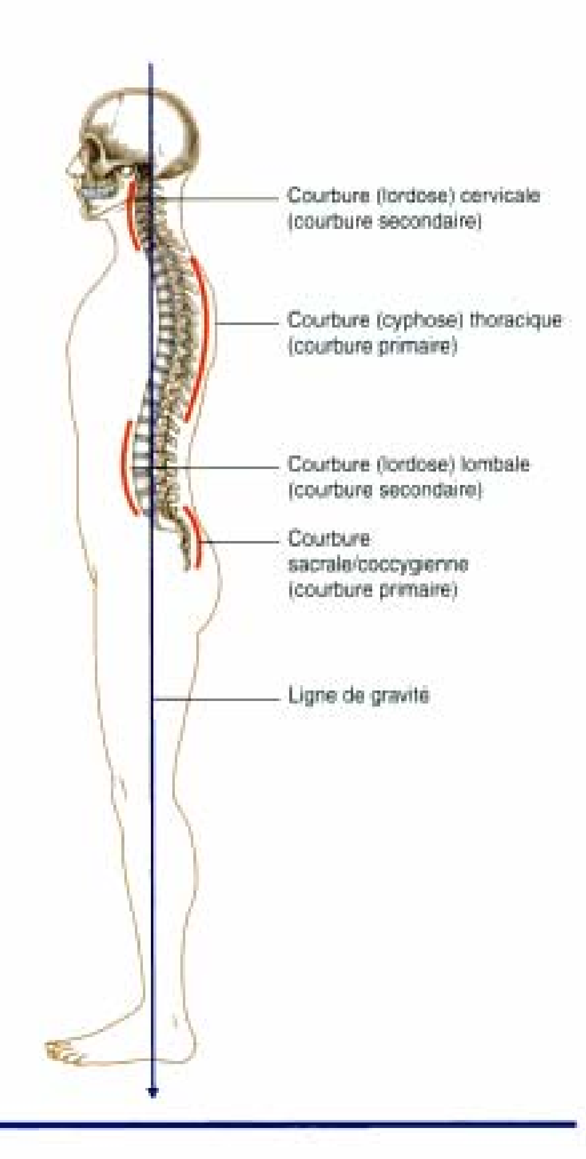


Fig. 7.4.
Courbures de la colonne vertébrale.
La courbure primaire (cyphose) est présente dès la vie fœtale. Les courbures secondaires apparaissent après la naissance (*cf.* chapitre 17).

Le pédicule s'insère sur la face latérale du corps vertébral.

Les processus transverses sont orientés en avant et constituent les gouttières transversaires où chemine le nerf spinal cervical correspondant. Chaque gouttière est perforée d'un foramen transversaire pour le passage de l'artère vertébrale, de son plexus veineux et du nerf vertébral. Chaque gouttière présente deux tubercules transversaires, un antérieur et un postérieur, où s'insèrent les muscles scalènes.

Les processus articulaires sont dirigés verticalement. Le processus articulaire supérieur s'articule avec le processus articulaire inférieur (fig. 7.5, C). Les surfaces articulaires sont planes (articulation plane), biseautées, orientées à 45°. La surface articulaire supérieure regarde en haut et en arrière. Elles permettent des mouvements de flexion-extension et de latéralité.

Les processus épineux, prismatiques, triangulaires, longs, sont inclinés en bas, en arrière. Leur sommet est bifide, bituberculeux.

■ *Le processus épineux de CVII est très long, unituberculeux mais proéminent et facilement palpable.*

2. Variations

L'*atlas*, ou première vertèbre cervicale (CI), l'*axis*, ou deuxième vertèbre cervicale (CII), et la septième vertèbre cervicale (CVII) présentent des caractéristiques morphologiques qui leur sont propres.

Foramen transversaire
Corps vertébral
Processus transverse
Canal vertébral
Processus épineux
A

Processus épineux
Facette articulaire supérieure
Processus uncinatus
Foramen transversaire
Tubercule postérieur
Corps
Processus transverse
Tubercule antérieur
B

Articulation zygapophysaire
C

Fig. 7.5.
Vertèbre cervicale modale.
A. Vue supérieure. B. Vue antérieure.
C. Articulation zygapophysaire cervicale. Vue latérale.

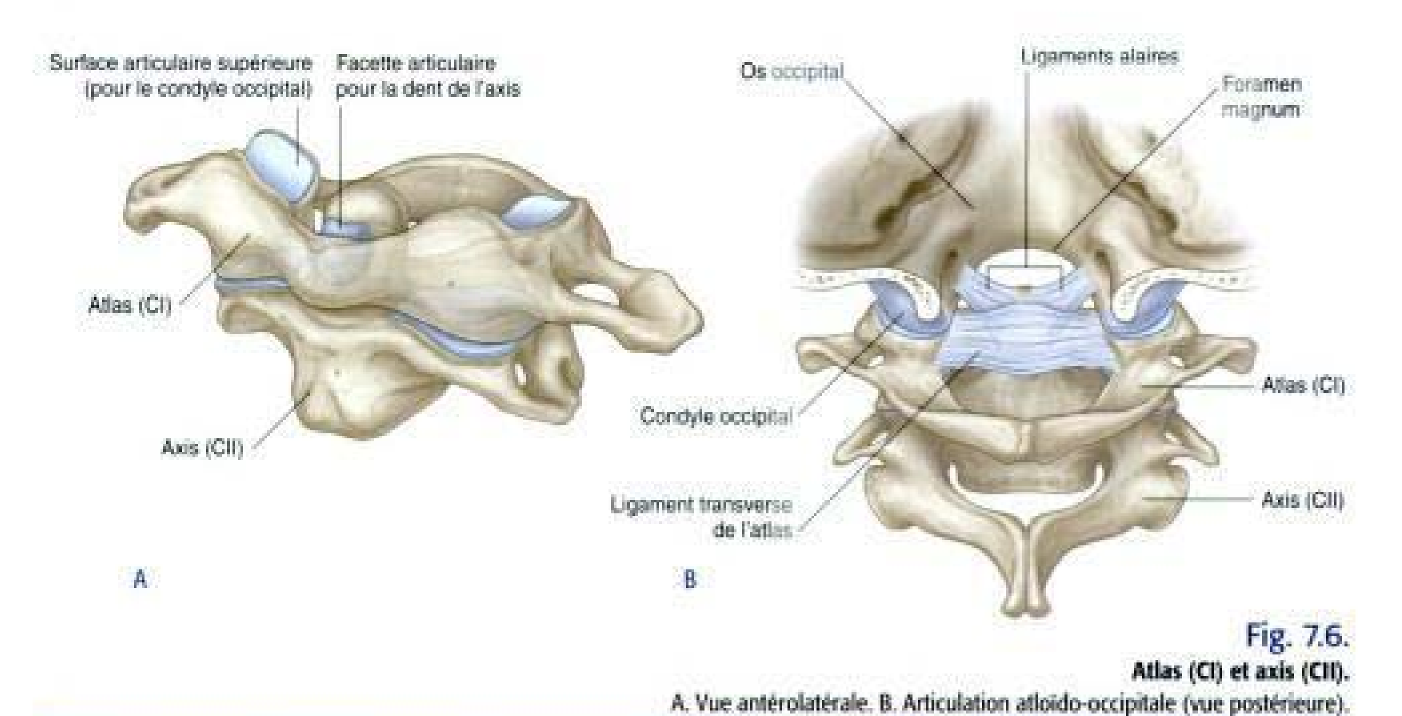


Fig. 7.6.
Atlas (CI) et axis (CII).
A. Vue antérolatérale. B. Articulation atloïdo-occipitale (vue postérieure).

CI et CII ont une morphologie particulière (fig. 7.6), permettant une grande mobilité de la tête, constituant la *charnière craniovertébrale* :

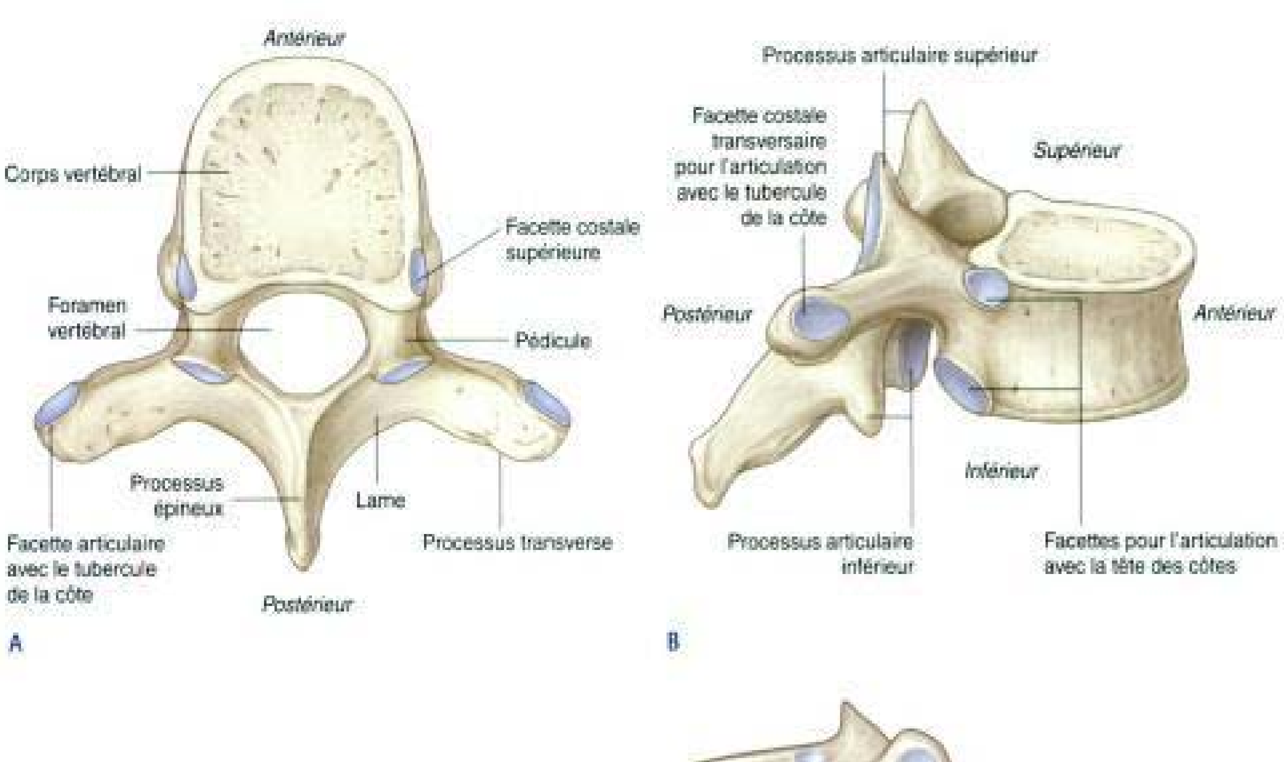
- l'atlas présente deux masses latérales réunies par deux arcs osseux, l'un antérieur, l'autre postérieur ;
- le corps de l'axis est surmonté du processus odontoïde, ou dent de l'axis, qui s'articule avec l'arc antérieur de l'atlas.

B. Colonne thoracique (douze vertèbres)

Les vertèbres thoraciques s'articulent avec les côtes (douze côtes).
Elles constituent avec les côtes et le sternum, le thorax.
Elle fait partie de la colonne mobile.
La cyphose thoracique est centrée sur TVI (concave en avant).

1. Vertèbre thoracique modale

Le corps vertébral des vertèbres thoraciques modales (TIV à TVIII, fig. 7.7) est arrondi ou en demi-cylindre. Les faces supérieure et inférieure sont



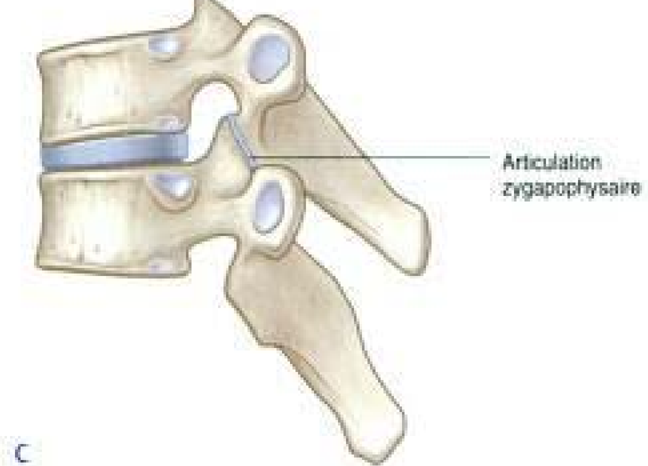


Fig. 7.7.
Vertèbre thoracique modale.
A. Vue supérieure. B. Vue antérolatérale.
C. Articulation zygapophysaire thoracique. Vue latérale.

semicirculaires. Le corps vertébral présente deux demi-facettes articulaires costales supérieure et inférieure, situées sur sa face latérale.
Le foramen vertébral est cylindrique.
Le pédicule s'insère sur la face postérieure du corps vertébral. Il se dirige franchement en arrière.
La lame est aussi haute que large.
Les processus transverses se dirigent en dehors et franchement en arrière. Chacun se termine par une extrémité libre, renflée, présentant une surface articulaire costale cartilagineuse, taillée en segment de cylindre. TXI et TXII n'ont pas cette surface costale.
Les processus articulaires sont dirigés verticalement.
La facette articulaire est plane (arthrodie) ; presque verticale, frontale. L'articulaire supérieure s'oriente franchement en arrière, à peine en haut et en dehors. La flexion-extension est limitée. L'inclinaison latérale et la rotation atteignent une certaine amplitude.
Les processus épineux sont prismatiques, triangulaires, longs et obliques vers le bas.

- *Le sommet du processus épineux de TVI se projette à la hauteur du corps de TVIII.*

2. Variations

Le corps de TI, TXI, TXII présente une facette costale complète pour la côte correspondante.
TI est une vertèbre de transition entre CVII et TII, avec une demi-facette costale pour la deuxième côte et des crochets supérieurs pour le corps de CVII.
TXII est une vertèbre de transition avec LI.
Les processus transverses de TXI et TXII n'ont pas de surface costale.

C. **Colonne lombale (cinq vertèbres)**

Les cinq vertèbres lombales soutiennent tout le poids du tronc qu'elles transmettent au bassin.
Elles forment le squelette de l'abdomen avec le grand bassin, ou pelvis major.
Elles font partie de la colonne mobile.
La colonne lombale présente une lordose lombale centrée sur LIII (convexe en avant).

1. Vertèbre lombale modale

Le corps vertébral des vertèbres lombales modales (LII, LIII, LIV, fig. 7.8) est réniforme.
Le foramen vertébral est triangulaire.
Le pédicule s'insère sur l'arête séparant la face latérale de la face postérieure du corps vertébral. Il est massif. Il se dirige en arrière.
Le processus transverse est dénommé costiforme, se dirigeant en dehors et un peu en arrière.
Le processus articulaire inférieur est taillé en segment de cylindre, creux, vertical, regardant franchement en dedans, à peine en arrière. L'articulaire supérieure est taillée en segment de cylindre plein et porte un volumineux tubercule mamillaire le long de son bord postérieur. Cette articulation est une trochoïde (en segment de cylindre).
Les processus épineux sont massifs, trapus.

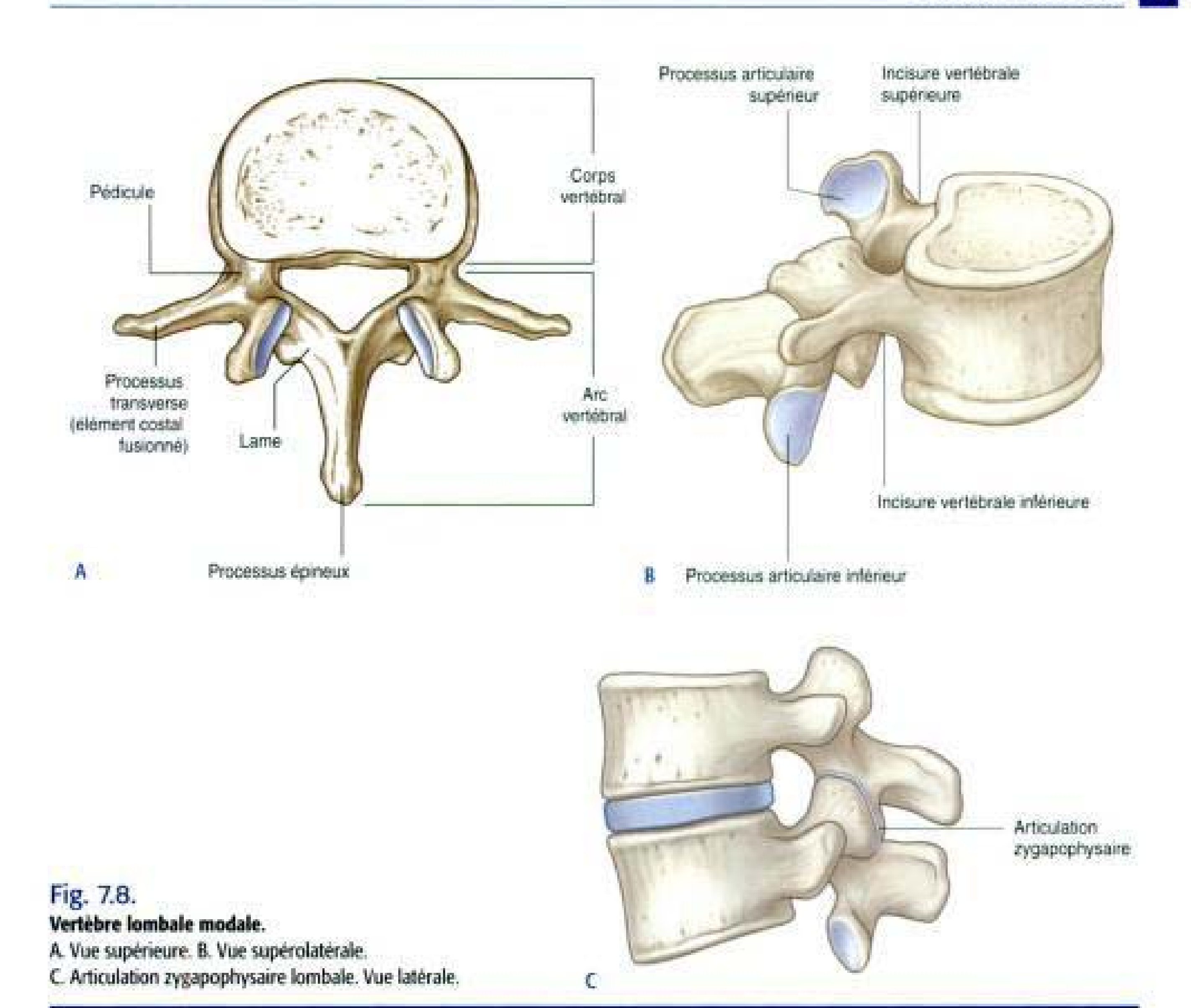


Fig. 7.8.
Vertèbre lombale modale.
A. Vue supérieure. B. Vue supérolatérale.
C. Articulation zygapophysaire lombale. Vue latérale.

2. Variations

LI est une vertèbre de transition. Son processus transverse peut former une véritable côte.
LV est cunéiforme (plus haute en avant qu'en arrière). Son processus transverse peut s'hypertrophier et s'appuyer sur le sacrum, ébauchant une sacralisation.

D. Sacrum et coccyx

Le sacrum et le coccyx forment la partie caudale de la colonne.
Ils forment la colonne fixe.
Avec les os coxaux, ils forment le bassin.
Ils transmettent, par l'intermédiaire des os coxaux, le poids du corps aux membres inférieurs.

1. Sacrum

Le sacrum (fig. 7.9) présente :
- une base, avec le promontoire (bord supérieur de la première vertèbre sacrale) et l'aile du sacrum. La base du sacrum s'articule avec le disque

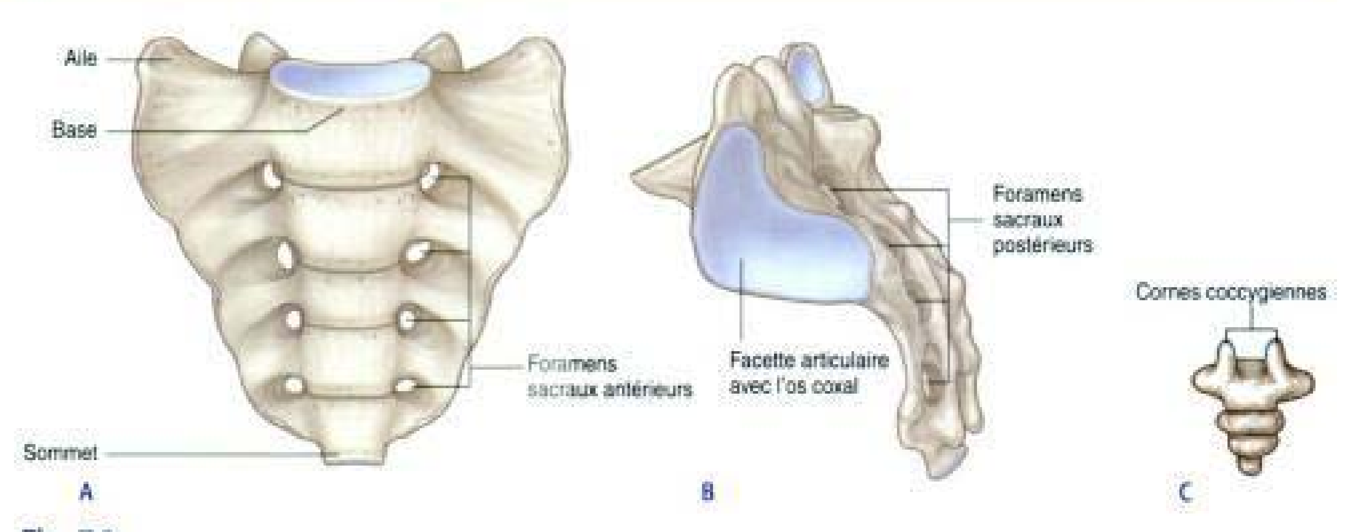


Fig. 7.9.
Sacrum et coccyx.
A. Vue antérieure (pelvienne) du sacrum. B. Vue postérolatérale du sacrum. C. Vue postérieure du coccyx.

intervertébral lombosacral ; les ailes du sacrum avec les os coxaux par les surfaces auriculaires ;
- un foramen vertébral et un canal vertébral contenant la queue de cheval ;
- des processus articulaires supérieurs qui s'articulent avec les processus articulaires inférieurs de la cinquième vertèbre lombale (LV).

Le sommet du sacrum s'articule avec la base du coccyx.

La face antérieure (pelvienne) du sacrum est lisse. Si on la divise en deux parties égales : il y a deux vertèbres dans la moitié supérieure avec le premier foramen sacral antérieur et le deuxième foramen sacral antérieur ; les trois dernières vertèbres sacrales sont situées dans la moitié inférieure avec les deux autres foramen sacraux antérieurs. Les foramen sacraux antérieurs ne laissent passer que la branche antérieure (ventrale) des nerfs spinaux sacraux.

Sur la face dorsale, il existe quatre foramen sacraux postérieurs ne laissant passer que la branche postérieure (dorsale) des nerfs spinaux sacraux.

Le cinquième nerf spinal sacral émerge entre le sacrum et le coccyx.

Le sacrum est un os impair et médian.

IV. Jointures et ligaments

Tous les éléments de deux vertèbres voisines sont reliés entre eux, sauf au niveau des pédicules (fig. 7.10).

Les corps vertébraux sont reliés entre eux par le *disque intervertébral*, jointure cartilagineuse ; celui-ci est formé d'un nucleus pulposus entouré de l'annulus fibrosus ; il permet des mouvements dans toutes les directions. Il forme la jointure intervertébrale qui est maintenue par deux ligaments, le ligament longitudinal antérieur étalé en avant du corps vertébral et le ligament longitudinal postérieur en arrière du corps vertébral dans le canal vertébral ; ce ligament longitudinal postérieur est étroit en regard du corps vertébral, plus étendu en regard du disque.

Les *processus articulaires* sont des jointures synoviales qui orientent les mouvements vertébraux (stabilité vertébrale).

Les lames sont reliées par les *ligaments jaunes* (ligaments élastiques).

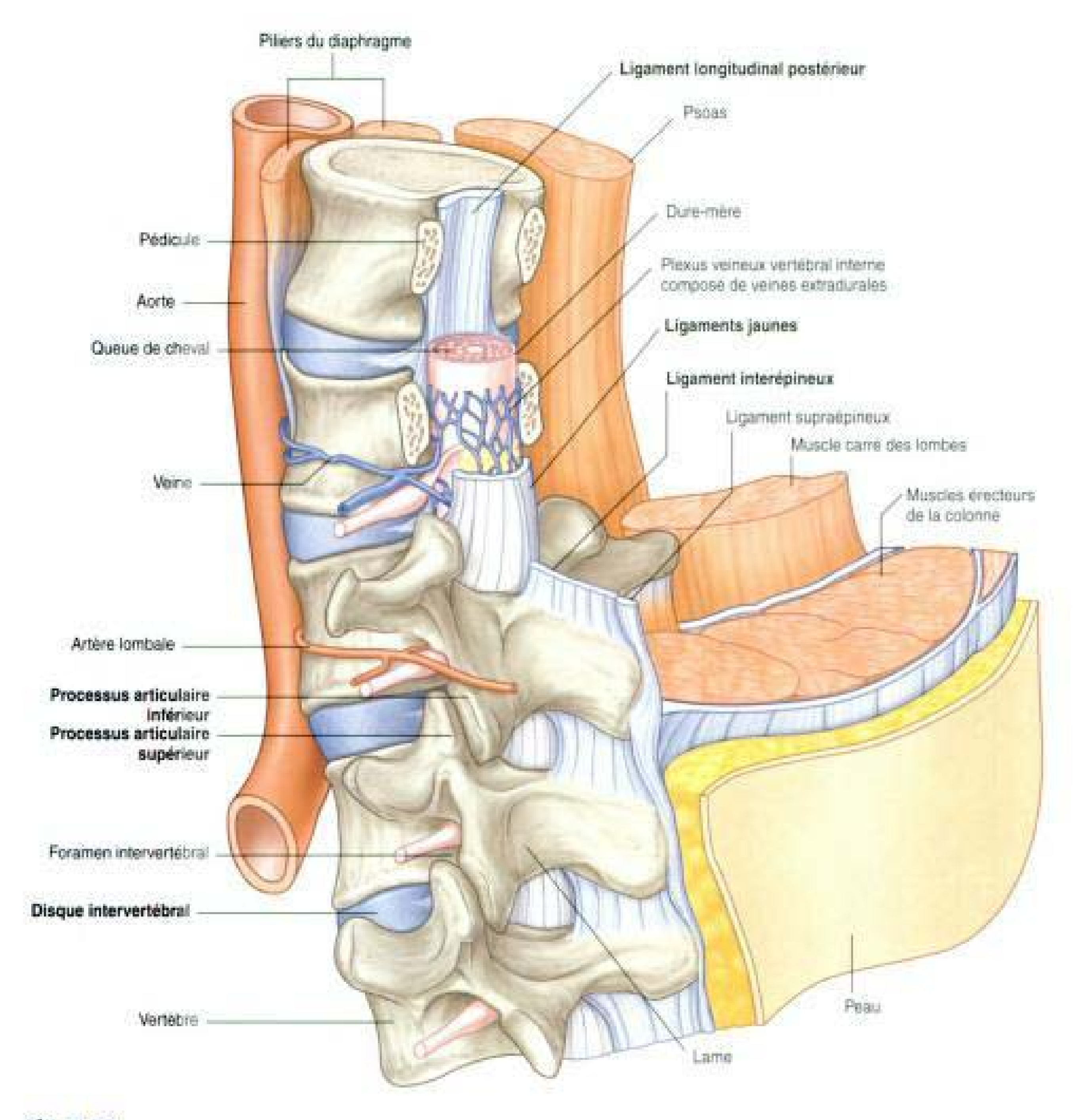


Fig. 7.10.
Organisation des structures au sein du canal vertébral (niveau lombal).

Les processus transverses, ou épineux, sont reliés par des ligaments ou des muscles, *intertransversaires* ou *interépineux*.

Colonne vertébrale dynamique

Les mouvements globaux de la colonne permettent une flexion de 120°, une extension de 145°, une rotation de 90° et une inclinaison latérale de 75°.

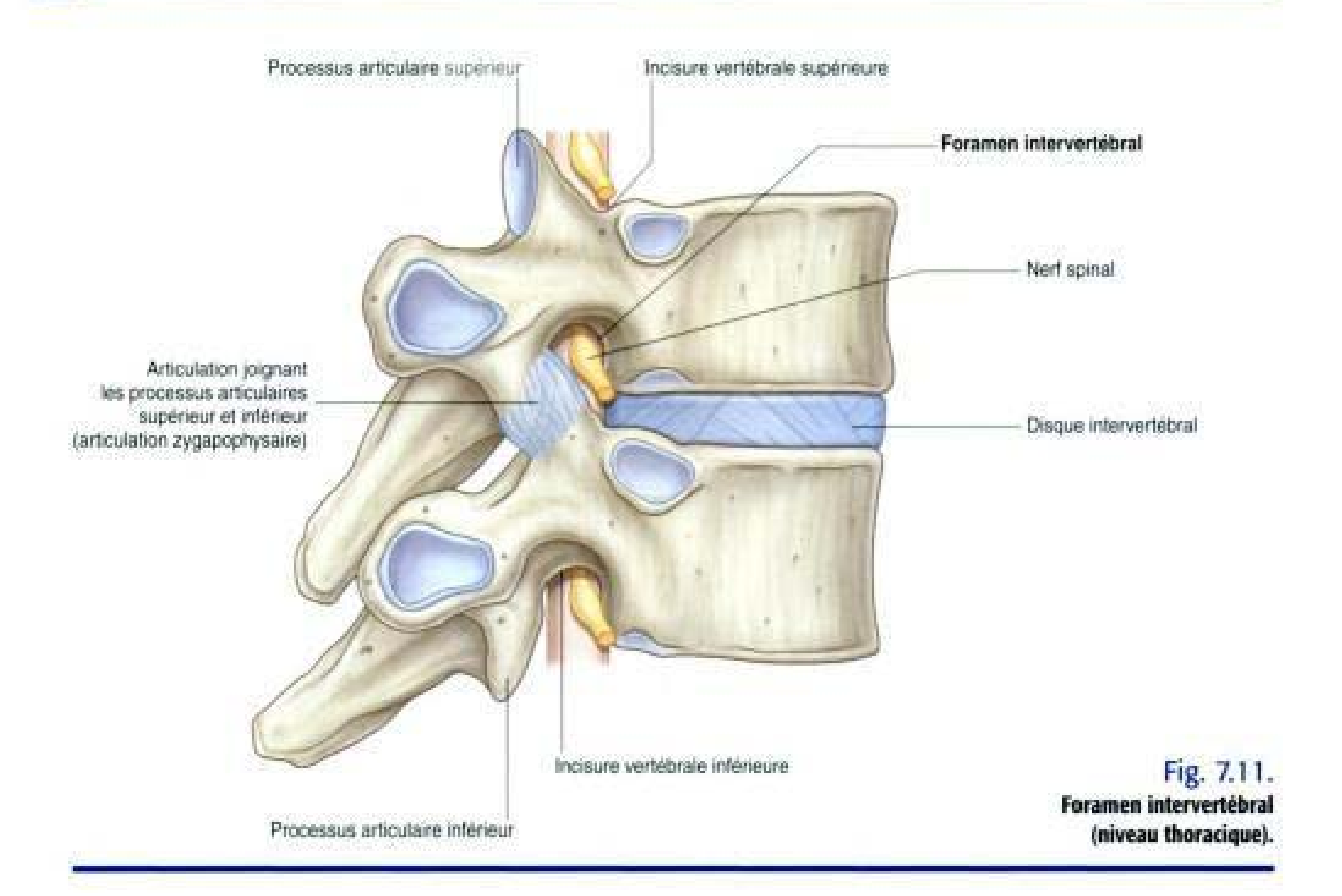


Fig. 7.11.
Foramen intervertébral (niveau thoracique).

V. Foramen intervertébral

Les pédicules délimitent un orifice, le *foramen intervertébral* (fig. 7.11).

Les limites du foramen intervertébral sont : en haut, le pédicule sus-jacent ; en bas, le pédicule sous-jacent ; en avant, la partie inférieure et postérieure du corps vertébral et du disque intervertébral ; en arrière, la colonne des processus articulaires.

Le foramen intervertébral forme un *canal intervertébral* dans lequel chemine le *nerf spinal* correspondant à la vertèbre. Le nerf spinal appartient au système nerveux périphérique. Il résulte de la fusion des *deux racines antérieure* (ventrale) *et postérieure* (dorsale) de la moelle spinale qui appartiennent, comme la moelle, au système nerveux central. La fusion a lieu au niveau de l'orifice médial du canal intervertébral (*cf.* fig. 7.2).

Le *ganglion nerveux spinal* (sensitif) sur le trajet de la racine sensitive postérieure, est situé dans la partie médiane du foramen. Il appartient au système nerveux périphérique.

Le nerf spinal dans son entier chemine dans le canal intervertébral, un rameau méningé (système nerveux sympathique) et de la graisse constituent les autres éléments du canal intervertébral.

VI. Examen clinique

L'examen clinique permet d'apprécier les processus épineux accessibles à la palpation et la mobilité vertébrale. Il sera complété par des radiographies standards (face, profil, trois quarts), un scanner, une IRM.

Une pathologie de la colonne vertébrale que l'on observe fréquemment sont les hernies discales, notamment au niveau lombal : au niveau du disque intervertébral LV-SI ou au niveau des disques intervertébraux LIV-LV, LIII-LIV.

POINTS CLÉS

- La colonne vertébrale est l'axe osseux du squelette.
- Elle est formée de la superposition d'éléments identiques, les vertèbres.
- Les vertèbres possèdent un corps, un arc vertébral et des processus.
- Les vertèbres se différencient en fonction de l'étage où elles sont situées.
- La colonne vertébrale a une triple fonction : statique, dynamique, de protection du système nerveux (moelle spinale).

ENTRAÎNEMENT

QCM

1. Lesquels des éléments suivants n'appartiennent pas à l'arc vertébral ?

- ☐ **A.** Le corps vertébral.
- ☐ **B.** Le pédicule.
- ☐ **C.** Le processus articulaire.
- ☐ **D.** La lame.
- ☐ **E.** Le processus épineux.

2. Quels éléments sont contenus dans le canal vertébral ?

- ☐ **A.** La moelle spinale jusqu'en regard de la vertèbre LV.
- ☐ **B.** La dure-mère jusqu'en regard de la deuxième pièce sacrale.
- ☐ **C.** Des plexus veineux vertébraux.
- ☐ **D.** Des artères.
- ☐ **E.** De la graisse.

3. Quelles sont les caractéristiques des vertèbres cervicales ?

- ☐ **A.** La première vertèbre cervicale se dénomme l'axis.
- ☐ **B.** Le corps est rectangulaire.
- ☐ **C.** Le processus transverse comporte un foramen.
- ☐ **D.** Elles présentent une courbure concave en avant.
- ☐ **E.** Le processus épineux est bituberculé.

4. Quelles sont les caractéristiques des vertèbres thoraciques ?

- ☐ **A.** Le corps vertébral est arrondi.
- ☐ **B.** Le canal vertébral est cylindrique.
- ☐ **C.** Le processus intervertébral laisse passer les racines spinales thoraciques.
- ☐ **D.** Le sommet de la courbure thoracique est la vertèbre TVI.
- ☐ **E.** Le processus transverse est dirigé en avant.

5. Quelles sont les caractéristiques des vertèbres lombales ?

- ☐ **A.** Le corps vertébral est plus volumineux qu'au niveau thoracique.
- ☐ **B.** Les processus articulaires sont des articulations planes.
- ☐ **C.** Les processus transverses sont qualifiés de costiformes.
- ☐ **D.** Les disques intervertébraux peuvent donner lieu à des hernies discales.
- ☐ **E.** Les racines spinales naissent en regard du foramen intervertébral correspondant.

QROC

1. Quels sont les éléments constituant la colonne fixe et la colonne mobile ?

2. Quels sont les éléments constituant une vertèbre ?

3. Quelles sont les articulations intervertébrales ?

4. Quel est le nom des deux premières vertèbres cervicales ?

5. Quelles sont les limites du foramen intervertébral ?

Pour les corrections, se reporter à la page 300.

Système nerveux central

8

Le système nerveux central, ou névraxe ou axe cérébrospinal, correspond aux structures contenues dans le canal vertébral et le crâne (fig. 8.1).

Sur un plan macroscopique, le système nerveux central est formé de deux substances distinctes :

- la substance grise, correspondant aux cellules nerveuses ;
- la substance blanche, correspondant aux prolongements des cellules nerveuses.

Sur un plan microscopique, le système nerveux central comporte deux types de cellules :

- les cellules nerveuses, ou neurones : unité fonctionnelle du système nerveux central chargée de transmettre l'influx nerveux, le plus souvent par la libération de neurotransmetteurs dans l'espace synaptique (espace séparant deux neurones) ; le neurone comporte un corps cellulaire (péricaryon), un prolongement principal (l'axone, qui conduit l'influx nerveux) et des prolongements accessoires (les dendrites, qui réceptionnent l'influx nerveux) ;
- les cellules de soutien, ou cellules gliales.

I. Généralités

A. Description générale

Le système nerveux central est formé par :

- la *moelle spinale* contenue dans le canal vertébral : la substance grise y est centrale, la substance blanche périphérique ;

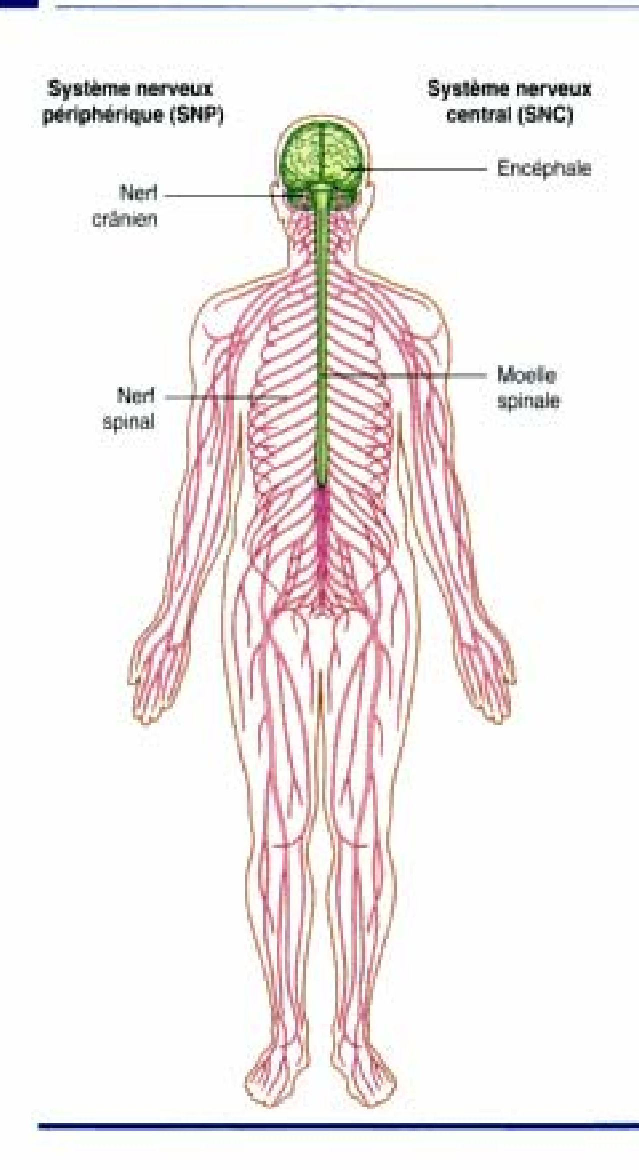


Fig. 8.1.
Système nerveux central (en vert) et système nerveux périphérique (en rouge).

- l'*encéphale* contenu dans la boîte crânienne : la substance grise y est périphérique (cortex) et profonde (noyaux gris centraux), la substance blanche centrale. L'encéphale est lui-même subdivisé en :
  - *tronc cérébral*, avec ses trois étages (moelle allongée, pont, mésencéphale) ;
  - *cervelet* ;
  - *diencéphale* ;
  - *télencéphale*, ou hémisphères cérébraux.

Le système nerveux central est enveloppé par les méninges, au nombre de trois : la *dure-mère* (la plus externe), l'*arachnoïde*, la *pie-mère* (la plus interne).

Le système nerveux central présente par ailleurs au sein des structures décrites ci-dessus des cavités remplies de liquide cérébrospinal :

- *ventricules* au niveau de l'encéphale ;
- *canal de l'épendyme* au niveau de la moelle spinale.

La vascularisation du système nerveux central (fig. 8.2) est assurée par un trépied vasculaire : en avant les deux artères carotides internes et, en arrière, l'artère basilaire formée par la réunion des deux artères vertébrales. Il existe un système d'anastomose entre les systèmes carotidiens et vertébrobasilaire : le cercle artériel de la base du cerveau. Ce système

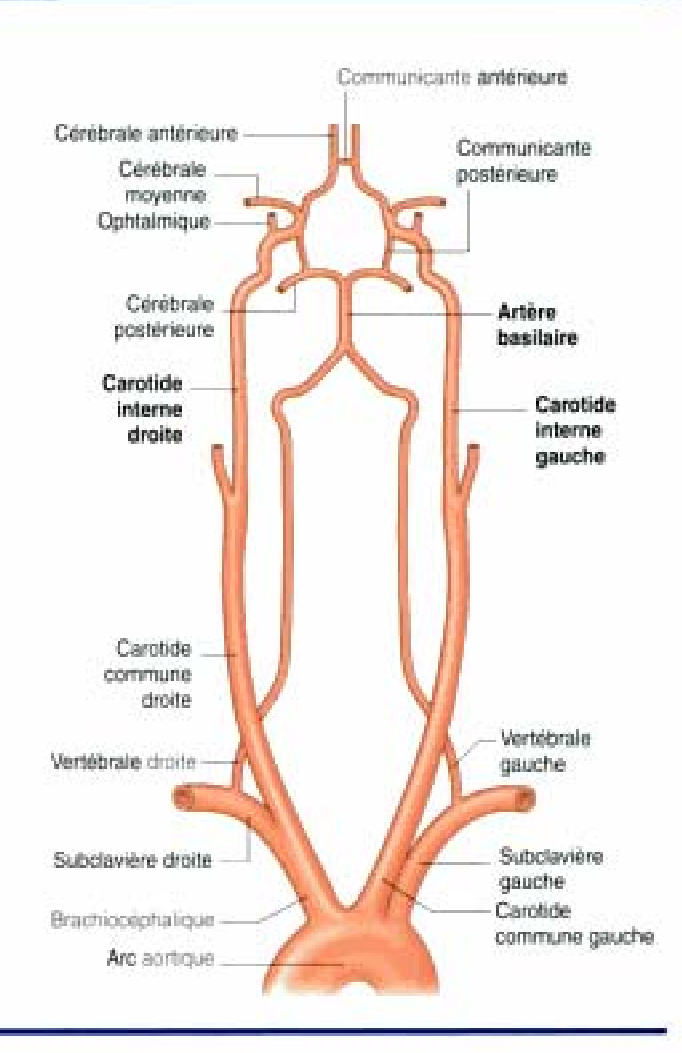


Fig. 8.2.
Vascularisation artérielle du cerveau.

représente un des moyens de suppléance. Il est à l'origine des artères cérébrales, terminales des systèmes carotidiens et vertébrobasilaire.

B. Fonctions

Le système nerveux central assure une fonction de vie de relation permettant les échanges avec le monde extérieur, l'adaptation au monde extérieur, la coordination des différents organes. Il est le siège des fonctions cognitives (fonctions supérieures), telles que le langage, la mémoire, l'idéation…, des fonctions praxiques et des fonctions exécutives.

II. Moelle spinale

A. Situation

La moelle spinale s'étend de la première vertèbre cervicale (atlas) à la deuxième vertèbre lombale, en suivant la courbure sagittale du canal vertébral.
Étant donné la différence de longueur entre la colonne vertébrale et la moelle, les segments médullaires ne sont pas tous en regard des vertèbres correspondantes. Jusqu'au troisième mois de vie fœtale, la moelle occupe toute la longueur du canal vertébral. Chaque segment médullaire est à la hauteur de la vertèbre et du foramen intervertébral correspondants. Les racines sortent horizontalement. Puis, la croissance des vertèbres dépasse celle de la moelle. Il existe toujours autant de segments

médullaires et de vertèbres mais, à l'âge adulte, la moelle n'occupe que les deux tiers du canal vertébral et les racines ont un trajet de plus en plus oblique en bas et en dehors au fur et à mesure que l'on descend. Ce phénomène représente la *croissance différentielle* (fig. 8.3, A) :

- la moelle cervicale, qui fait suite à la moelle allongée, s'étend de la première vertèbre cervicale (atlas) à la septième vertèbre cervicale ;
- la moelle thoracique s'étend de la septième vertèbre cervicale à la dixième vertèbre thoracique ;
- la moelle lombale s'étend de la dixième vertèbre thoracique à la douzième vertèbre thoracique ;
- la moelle sacrale s'étend de la douzième vertèbre thoracique à la deuxième vertèbre lombale.

B. **Morphologie**

La moelle spinale est un long cordon aplati d'avant en arrière qui mesure en moyenne 1 cm de diamètre et 42 cm de longueur.

1. Division rostrocaudale

La moelle spinale présente deux renflements (fig. 8.3, B) qui correspondent à une plus grande densité de neurones destinés aux membres :

- le *renflement cervical* (segment médullaire C5 à T1), d'où naissent les nerfs destinés aux membres supérieurs ;
- le *renflement lombal* (segment médullaire T10 à L5), d'où naissent les nerfs destinés aux membres inférieurs.

▪ *La moelle spinale se terminant en regard des vertèbres LI-LII, la ponction lombale devra toujours se faire en dessous de ce niveau : préférentiellement en regard de LV-SI ou de LIV-LV.*

En dessous du renflement lombal, on trouve l'*épicône* (segment médullaire L5 à S2) correspondant à l'innervation des membres inférieurs et du petit bassin.

Le *cône terminal* (segment médullaire S3 au coccyx) fait suite à l'épicône. Il correspond à l'innervation du périnée.

Le *filum terminale*, suite du cône terminal, atteint le cul-de-sac dural (extrémité inférieure de la dure-mère vertébrale). Plus bas, il se poursuit par le ligament coccygien jusqu'à la base du coccyx.

Sous le cône terminal, le canal vertébral ne contient donc plus que les racines lombales et sacrales et le filum terminale, le tout formant la *queue de cheval*.

2. Division externe

La moelle spinale est subdivisée en cordons par quatre principaux sillons longitudinaux (fig. 8.4) :

- un profond *sillon médian antérieur* (ou fissure médiane ventrale) ;
- un fin *sillon médian postérieur* (ou sillon médian dorsal) ;
- latéralement, des *sillons collatéraux* antérieur et postérieur, d'où émergent les racines des nerfs spinaux qui se réunissent pour former les trente et un nerfs spinaux qui vont quitter le canal vertébral par le foramen intervertébral pour aller innerver les segments du corps.

> *Racines des nerfs spinaux*
>
> Elles se forment à partir de l'ensemble des radicelles qui émergent des sillons collatéraux antérieur et postérieur :
>
> – les *racines antérieures*, issues du sillon collatéral antérieur, sont motrices (formées par les axones des motoneurones) ;

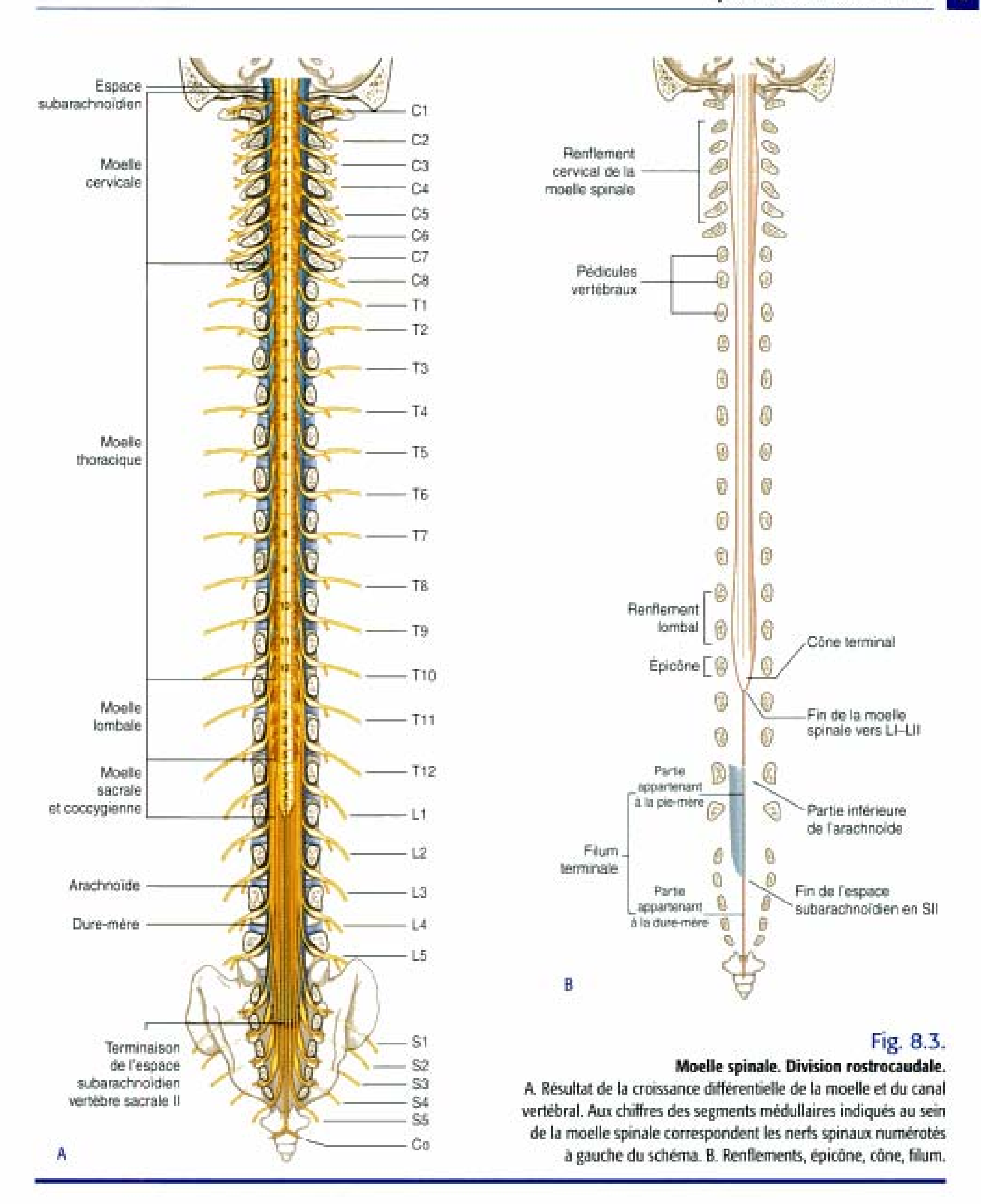


Fig. 8.3.

Moelle spinale. Division rostrocaudale.

A. Résultat de la croissance différentielle de la moelle et du canal vertébral. Aux chiffres des segments médullaires indiqués au sein de la moelle spinale correspondent les nerfs spinaux numérotés à gauche du schéma. B. Renflements, épicône, cône, filum.

– les *racines postérieures* pénètrent dans le sillon collatéral postérieur et véhiculent les informations sensitives. Les corps cellulaires des neurones sensitifs (pseudo-unipolaires ou en « T ») se regroupent dans le ganglion spinal de chaque racine postérieure (*cf.* fig. 8.7).

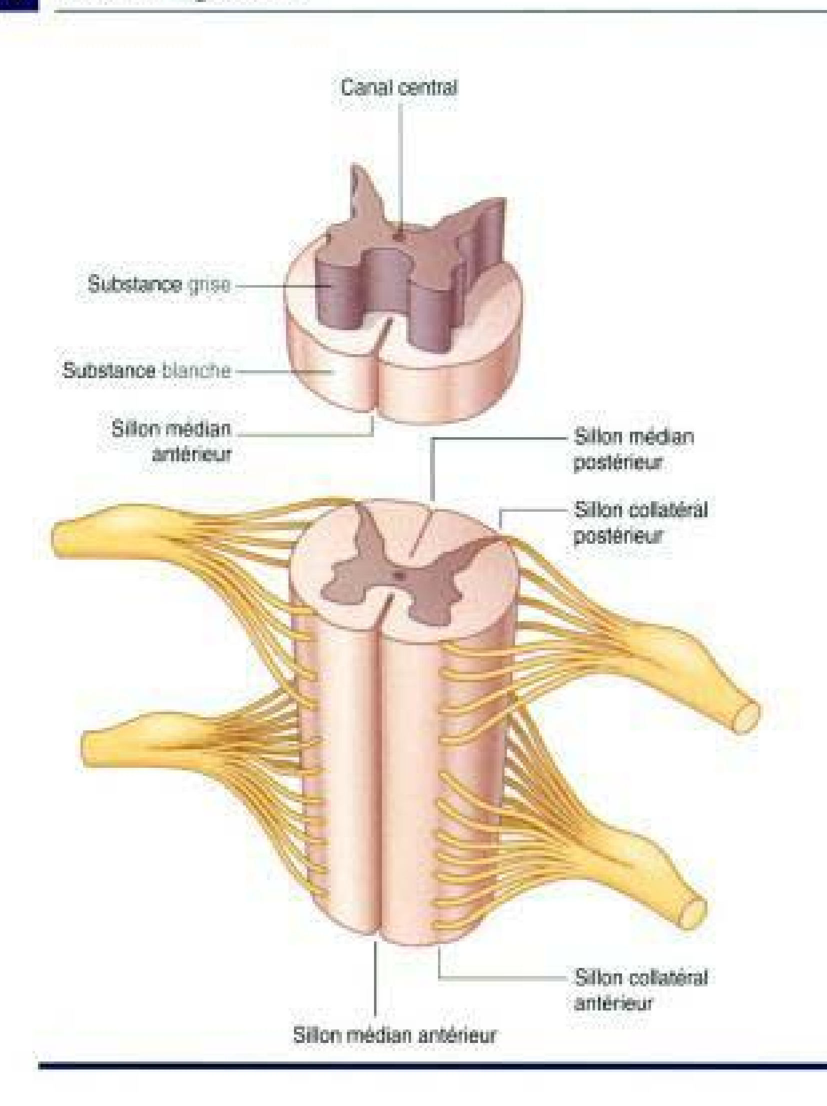


Fig. 8.4.
Moelle spinale : division externe (sillons) et division interne (substance grise et substance blanche).

3. Division interne

La moelle spinale se compose de *substance grise centrale* et de *substance blanche périphérique* (fig. 8.4).

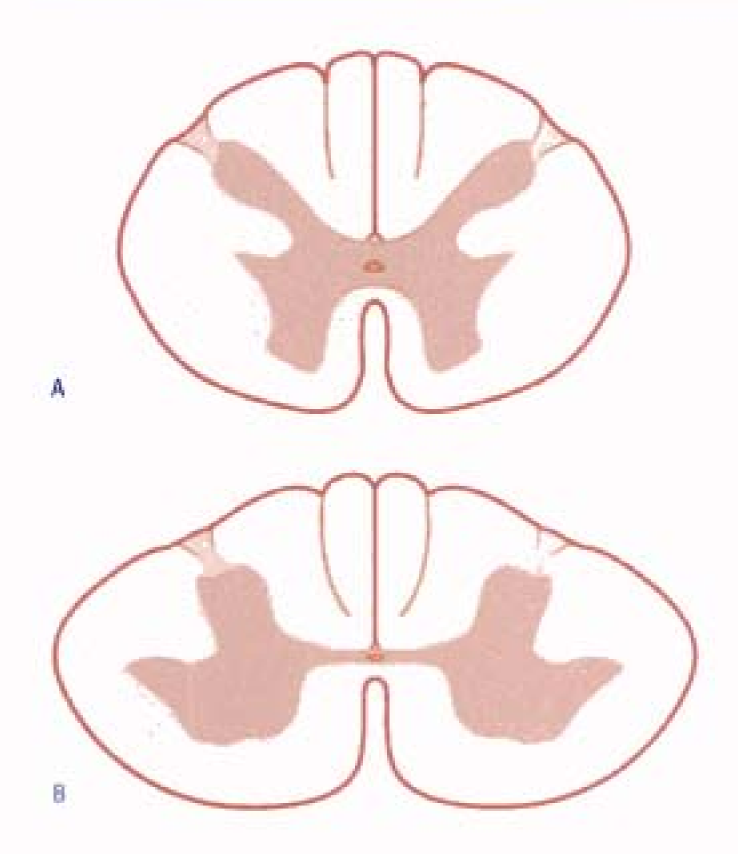
a. *Substance grise : cornes et colonnes*

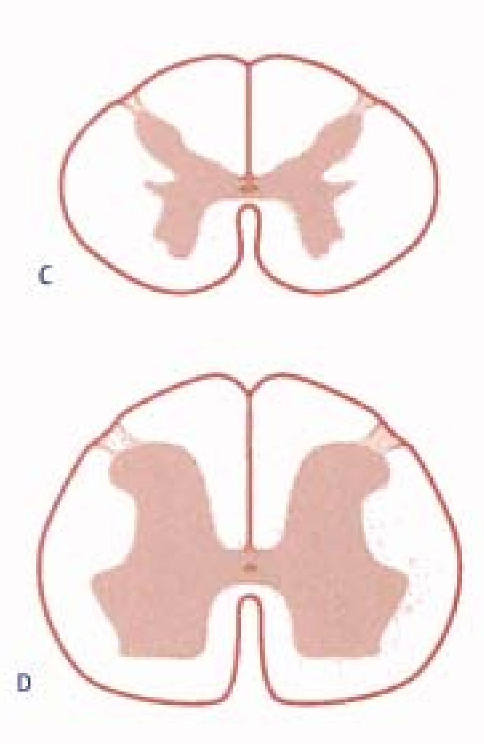
La substance grise contient les corps des cellules nerveuses. Elle dessine une figure de papillon ou de « H », et comprend de part et d'autre une corne dorsale (sensitive) et une corne ventrale (motrice). À l'étage de la moelle thoracique, une corne latérale (végétative) s'encastre entre les cornes dorsales et ventrales.

b. *Substance blanche : cordons*

Les cordons sont des colonnes de substance blanche formées par les axones myélinisés des voies ascendantes, descendantes et d'association. On distingue :

- les cordons antérieurs qui véhiculent les voies descendantes motrices ;
- les cordons latéraux : entre les sillons collatéraux antérieur et postérieur ;
- les cordons postérieurs qui véhiculent les voies ascendantes sensitives.





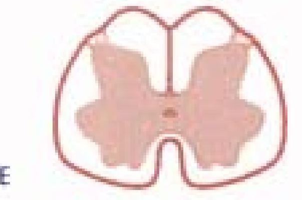


Fig. 8.5.
Moelle spinale : division régionale.
A. Coupe au niveau cervical haut. B. Coupe au niveau cervical bas.
C. Coupe au niveau thoracique. D. Coupe au niveau lombal. E. Coupe au niveau sacral.
Pour chaque coupe : arrière en haut ; avant en bas.

4. Division régionale

Le volume de la moelle n'est pas également réparti sur toute sa longueur (fig. 8.5) :

- globalement : les faisceaux ascendants (cordons postérieurs) augmentent de volume de bas en haut alors que les faisceaux descendants (cordons antérieurs) s'épuisent de haut en bas. Il y a donc plus de substance blanche en haut qu'en bas ;
- les corps cellulaires sont plus nombreux au niveau des segments destinés aux membres (renflements) avec une variation de la répartition de la substance grise de haut en bas.

5. Division fonctionnelle

La moelle spinale est formée par une succession de segments médullaires : les *métamères*. À chaque métamère correspond un territoire fonctionnel qu'il est possible d'explorer au niveau du corps :

- territoire cutané, ou *dermatome* ;
- territoire musculaire, ou *myotome* ;
- territoire radiculaire, ou *sclérotome*.

C. Vascularisation

1. Vascularisation artérielle

La vascularisation artérielle de la moelle spinale est assurée par les artères spinales antérieure et postérieures issues des rameaux des artères vertébrales au niveau cervical et alimentées aux niveaux thoracique et lombal par les artères spinales segmentaires.
Les artères spinales segmentaires sont des rameaux des artères collatérales de l'aorte (intercostales postérieures et lombales) (fig. 8.6).
Les branches radiculaires issues des artères spinales segmentaires pénètrent dans les foramens intervertébraux et se divisent en deux branches, postérieure et antérieure, qui accompagnent les racines spinales.
Sur les trente et une artères spinales segmentaires, seules huit à dix pénètrent jusqu'à l'artère spinale antérieure, formant ainsi les artères médullaires segmentaires à des niveaux variables, et contribuent à son irrigation, d'où une grande pauvreté et une grande variabilité de l'irrigation artérielle médullaire.
La moelle lombale est alimentée par une dernière artère médullaire segmentaire unique issue d'une artère intercostale postérieure (parfois d'une artère lombale) : l'artère du renflement lombal, dite d'Adamkiewicz, abordant la moelle de façon variable entre TX et LII.

2. Vascularisation veineuse

La vascularisation veineuse a une organisation identique :
- la veine spinale antérieure draine le quart antérieur de la moelle ;
- la veine spinale postérieure draine les trois quarts postérieurs de la moelle.

D. Fonctions

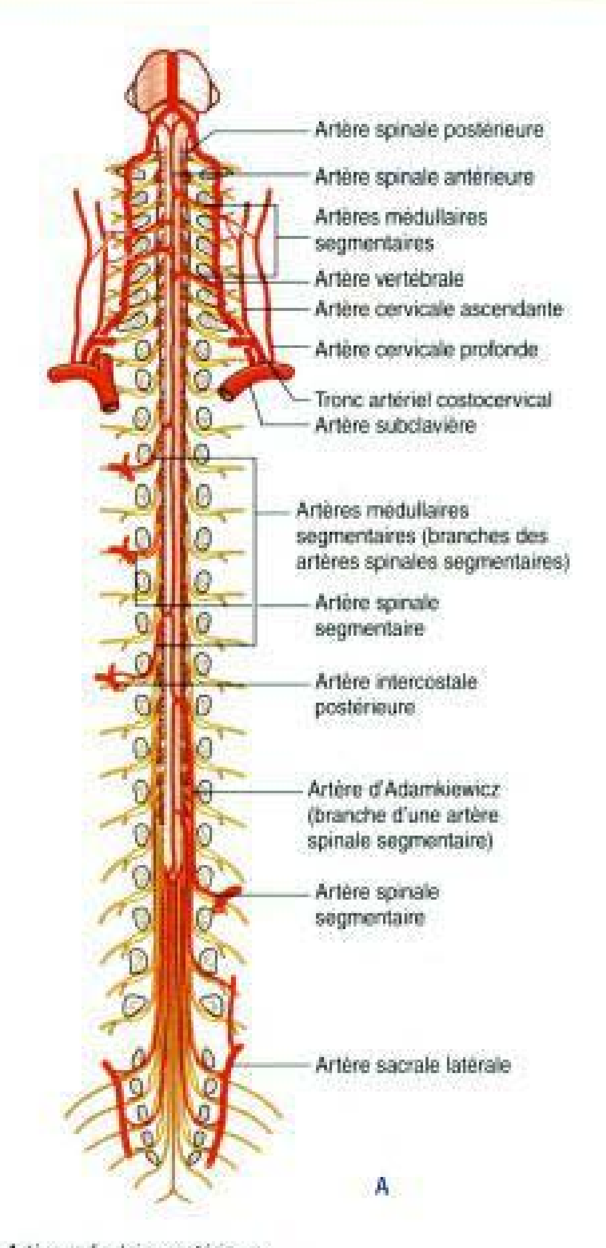
La moelle est le lieu de passage des voies ascendantes et descendantes et est le siège de l'arc réflexe.
L'influx sensitif gagne la moelle par les fibres afférentes de la racine postérieure qui prennent naissance au niveau du ganglion spinal (fig. 8.7). Dans la moelle, l'influx est transmis :
- aux cellules de la corne postérieure et il est conduit par leurs prolongements ascendants jusqu'au cerveau (*voies ascendantes*) ;
- aux cellules de la corne antérieure qui, à leur tour, transmettent l'influx aux muscles sous leur dépendance : c'est l'*arc réflexe musculaire*.

III. Tronc cérébral

A. Situation

Le tronc cérébral est la partie du système nerveux central située entre la moelle spinale en bas, et le diencéphale en haut (fig. 8.8 et 8.9).
Il comprend de bas en haut trois parties :
- la *moelle allongée* (ou bulbe) ;
- le *pont* ;
- le *mésencéphale* (ou cerveau moyen).

Le tronc cérébral est situé dans la fosse postérieure du crâne, en avant du cervelet.



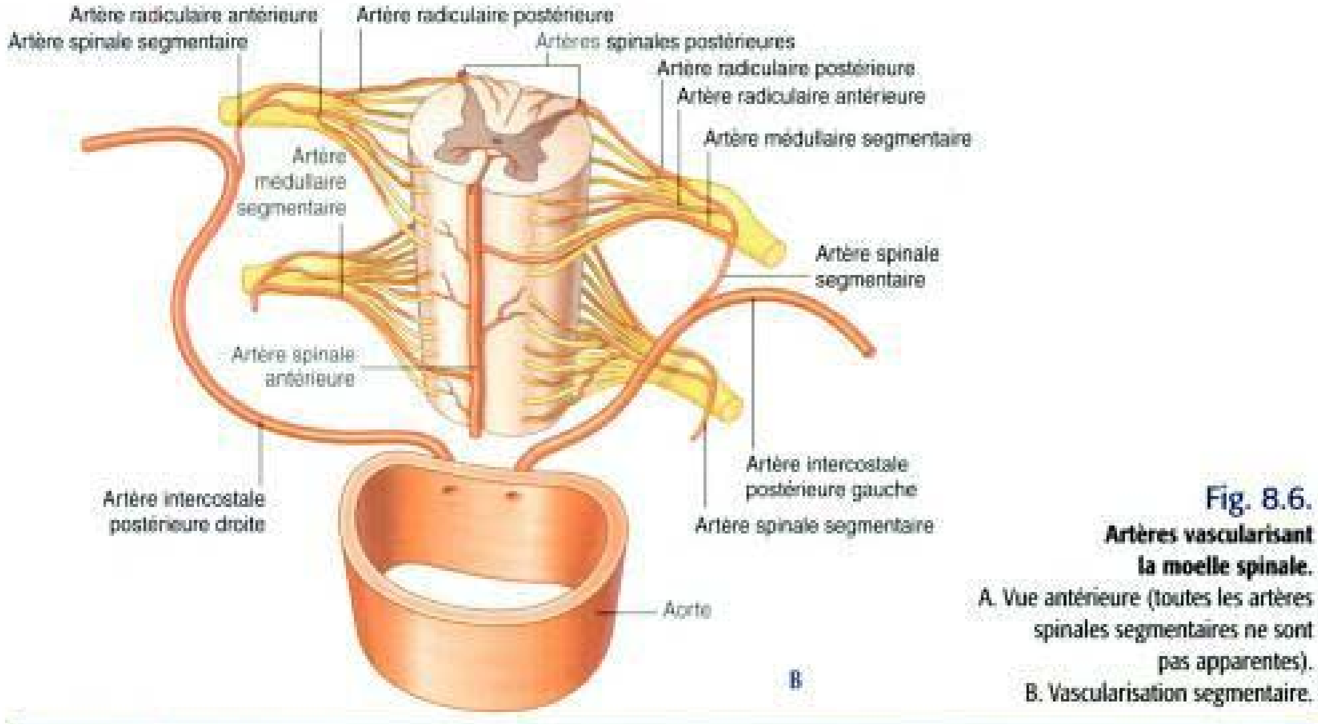


Fig. 8.6.
Artères vascularisant la moelle spinale.
A. Vue antérieure (toutes les artères spinales segmentaires ne sont pas apparentes).
B. Vascularisation segmentaire.

Fibre nerveuse somatique motrice
Musculature intrinsèque du dos
Nerf somatique sensitif de la peau
Racine postérieure
Ganglion spinal
Nerf spinal
Rameau postérieur
Radicelles postérieures
Racine antérieure
Rameau antérieur
Fibre nerveuse somatique motrice
Radicelles antérieures
Tous les muscles à l'exception des muscles intrinsèques du dos
Nerf somatique sensitif de la peau

Fig. 8.7.
Structure d'un nerf spinal.

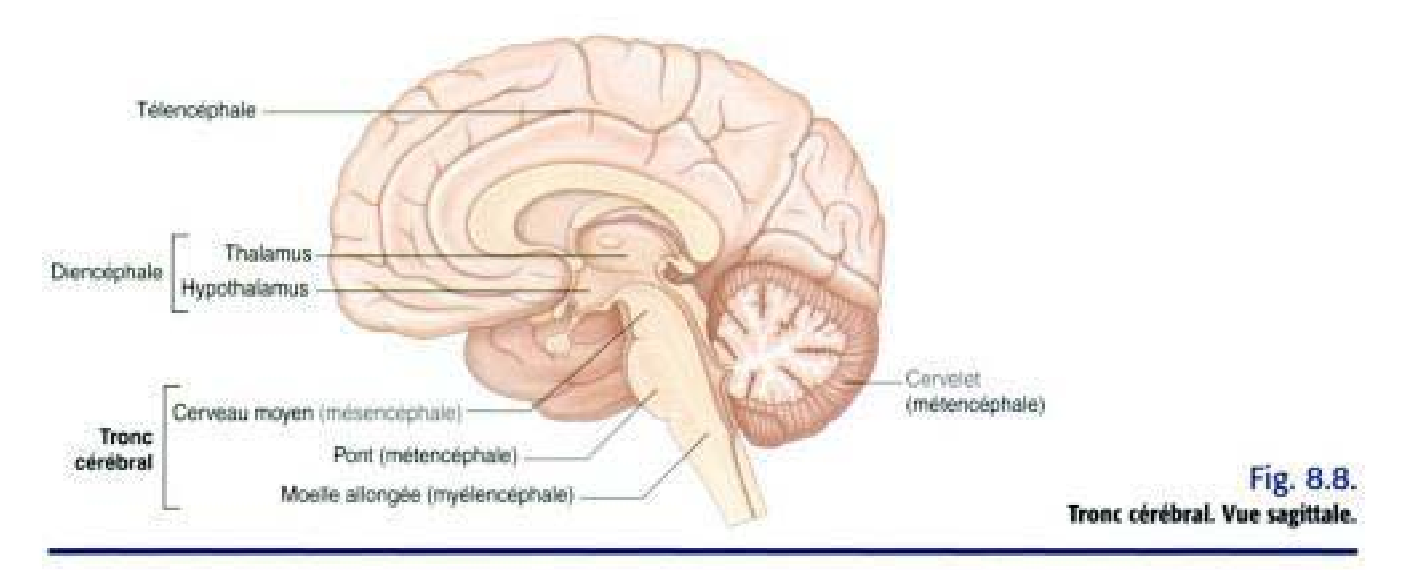
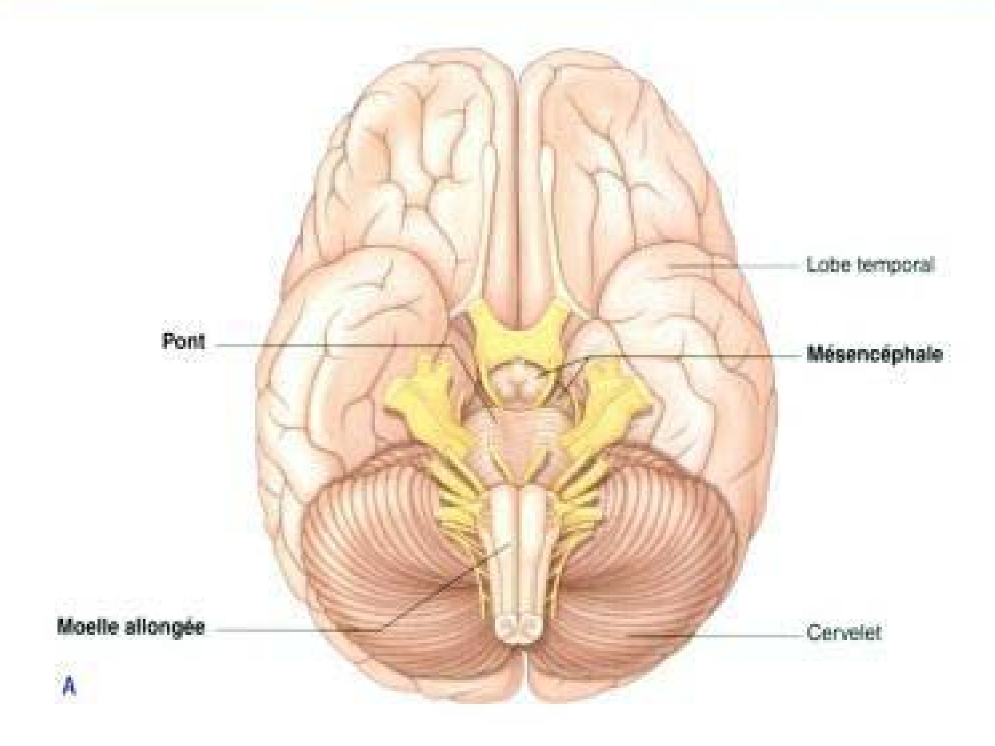


Fig. 8.8.
Tronc cérébral. Vue sagittale.

B. Morphologie

1. Morphologie externe

On décrit quatre faces au tronc cérébral, une face ventrale (fig. 8.9), deux faces latérales, une face dorsale :



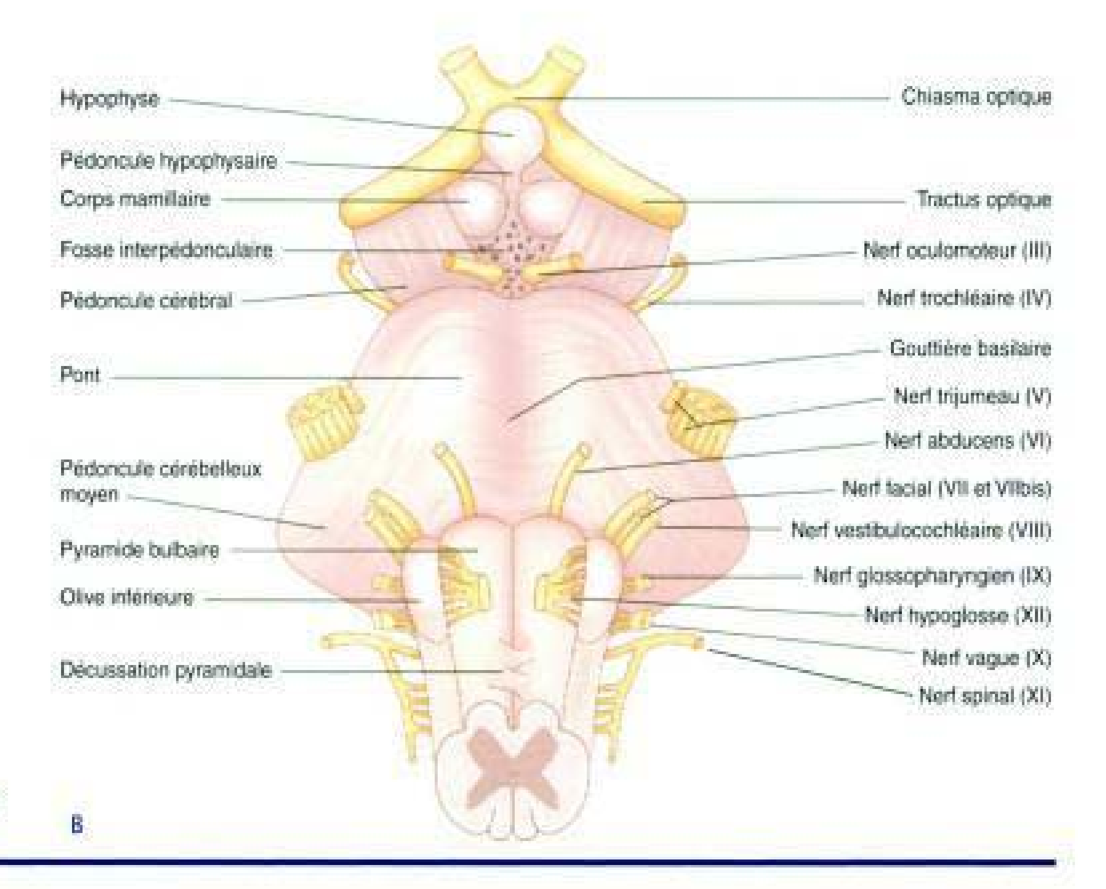


Fig. 8.9.
Tronc cérébral.
Vue ventrale.
A. Rapports. B. Émergence des nerfs crâniens.

- face ventrale :
  - parcourue à l'étage de la moelle allongée sur la ligne médiane par la fissure médiane ventrale qui sépare deux cordons ventraux (les pyramides bulbaires),
  - parcourue à l'étage pontique sur la ligne médiane par la gouttière basilaire (où repose l'artère basilaire, *cf.* fig. 8.13),

– formée à l'étage mésencéphalique par les deux pédoncules cérébraux avec, entre, la fosse interpédonculaire ;
- faces latérales :
  – délimitées à l'étage de la moelle allongée par les sillons latéraux ventraux et dorsaux et par les pédoncules cérébelleux inférieurs,
  – délimitées à l'étage pontique, latéralement et en arrière, par les pédoncules cérébelleux moyens et supérieurs,
  – délimitées à l'étage mésencéphalique par les pédoncules cérébelleux supérieurs ;
- face dorsale :
  – parcourue à l'étage de la moelle allongée sur la ligne médiane par le sillon médian dorsal qui délimite deux cordons dorsaux marqués par la saillie des noyaux graciles et cunéiformes,
  – à l'étage pontique : elle donne insertion au voile médullaire supérieur sur ses bords médiaux,
  – à l'étage mésencéphalique : elle répond aux colliculus supérieurs et inférieurs reliés aux corps géniculés latéraux et médiaux.

2. Morphologie interne

Les étages du tronc cérébral contiennent les noyaux dans leur partie dorsale (*tegmentum*) et les faisceaux ascendants et descendants dans leur partie ventrale (fig. 8.10 à 8.12).

C. **Vascularisation**

1. Vascularisation artérielle

La vascularisation artérielle s'effectue par les deux artères vertébrales qui convergent pour former l'artère basilaire.
- De l'artère basilaire naissent des rameaux artériels destinés à vasculariser le cervelet et le tronc cérébral (fig. 8.13) :
  – des artères paramédianes, branches courtes qui prennent en charge les territoires paramédians du tronc cérébral ;
  – des artères circonférentielles courtes ;
  – des artères circonférentielles longues, ou artères cérébelleuses (cérébelleuses supérieures, cérébelleuses antérieures et inférieures).
- Naissent directement des artères vertébrales (fig. 8.13) :
  – les artères cérébelleuses postérieures et inférieures ;
  – les artères spinales (postérieures et antérieure), dont les portions supérieures irriguent la moelle allongée.

2. Vascularisation veineuse

Les plexus veineux du tronc cérébral se jettent dans les sinus veineux dure-mériens.

D. **Fonctions**

Le tronc cérébral est le lieu de passage des faisceaux ascendants, descendants et d'association transitant entre la moelle et le cerveau.

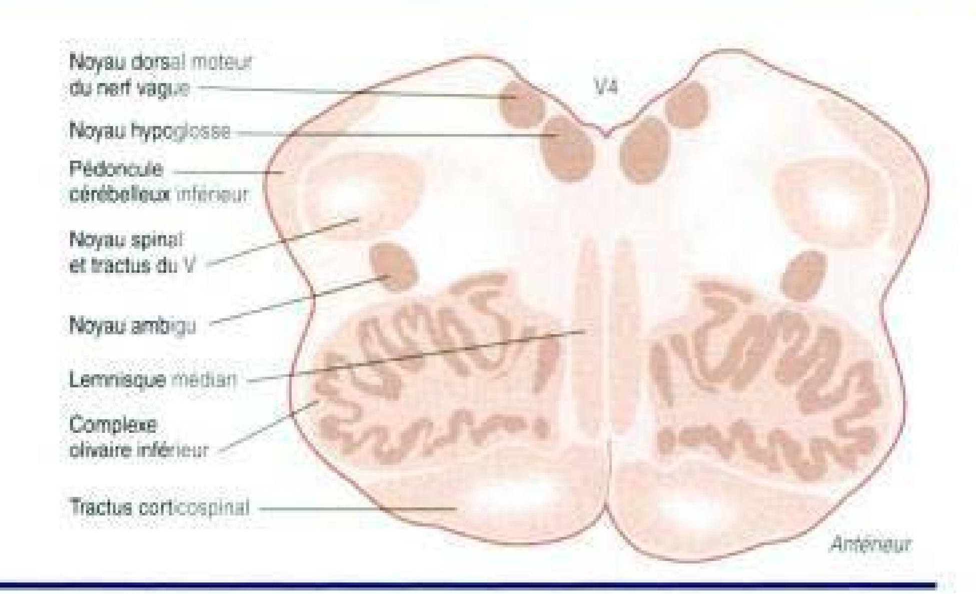


Fig. 8.10.
Tronc cérébral : coupe coaxiale de la moelle allongée.

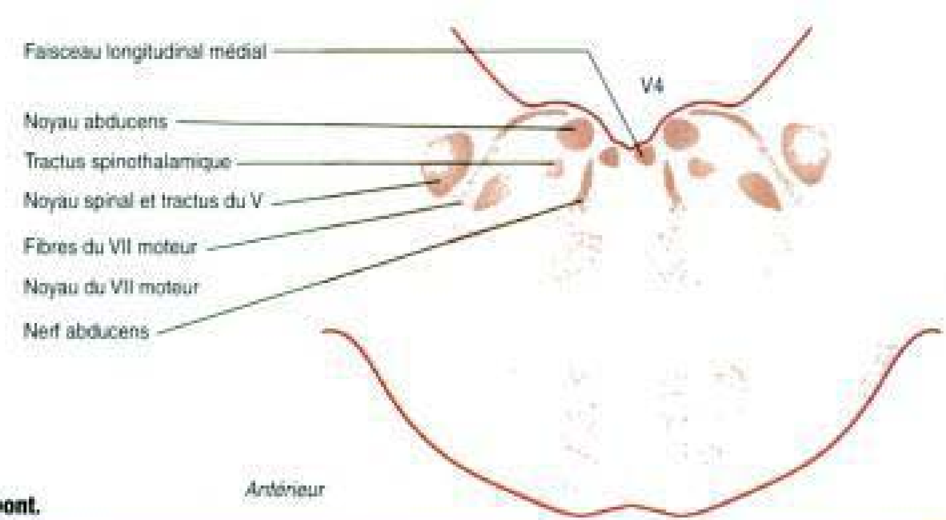


Fig. 8.11.
Tronc cérébral : coupe coaxiale du pont.

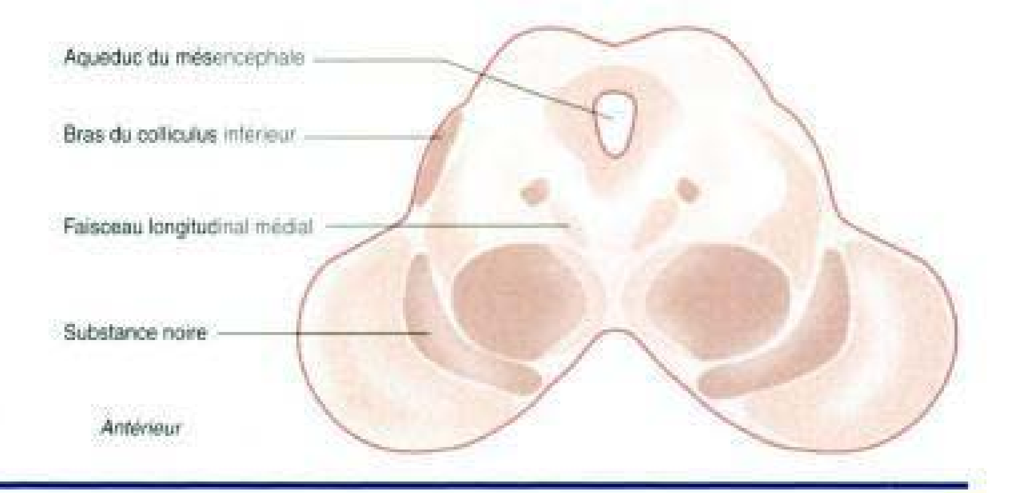


Fig. 8.12.
Tronc cérébral : coupe coaxiale du mésencéphale.

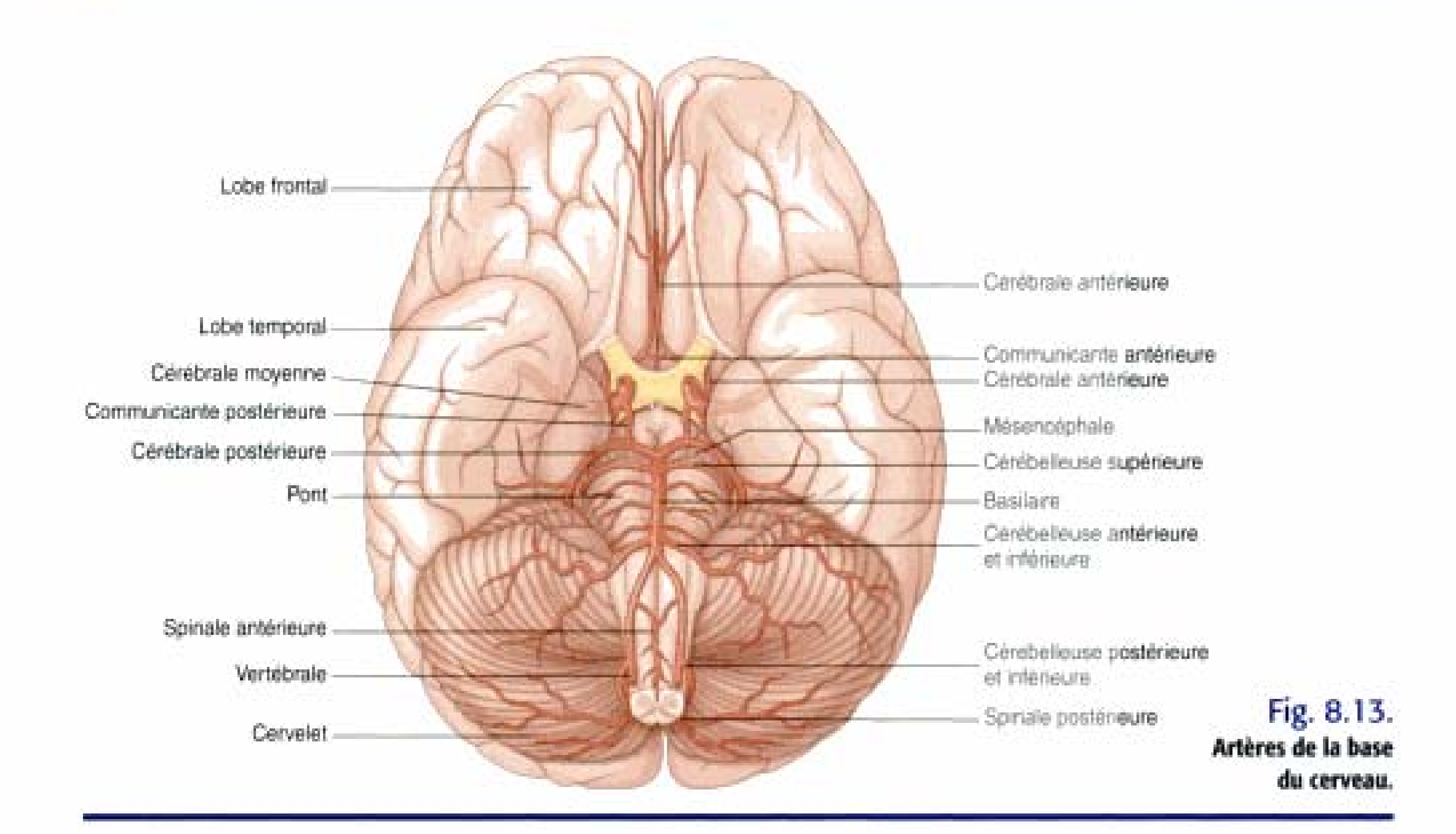


Fig. 8.13. **Artères de la base du cerveau.**

IV. Cervelet

A. Situation

Situé dans la fosse crânienne postérieure, le cervelet (ou cérébellum) est en arrière de la moelle allongée et du pont, dont il est séparé par le quatrième ventricule (fig. 8.14).

Le cervelet est relié au tronc cérébral par les *pédoncules cérébelleux* :

- le pédoncule cérébelleux supérieur, principale voie cérébelleuse efférente, qui unit le cervelet au mésencéphale ;
- le pédoncule cérébelleux moyen, continuation de la voie corticopontique, qui unit le pont au cervelet ;
- le pédoncule cérébelleux inférieur, principale voie cérébelleuse afférente, qui unit la moelle allongée au cervelet.

B. Morphologie

Le cervelet présente une partie centrale médiane, le *vermis*, et deux parties latérales, les *hémisphères cérébelleux*, eux-mêmes subdivisés en lobules (fig. 8.15).

C. Vascularisation

1. Vascularisation artérielle

Les artères cérébelleuses supérieures, cérébelleuses antérieures et inférieures naissent du tronc basilaire. Les artères cérébelleuses postérieures et inférieures naissent des artères vertébrales (fig. 8.13).

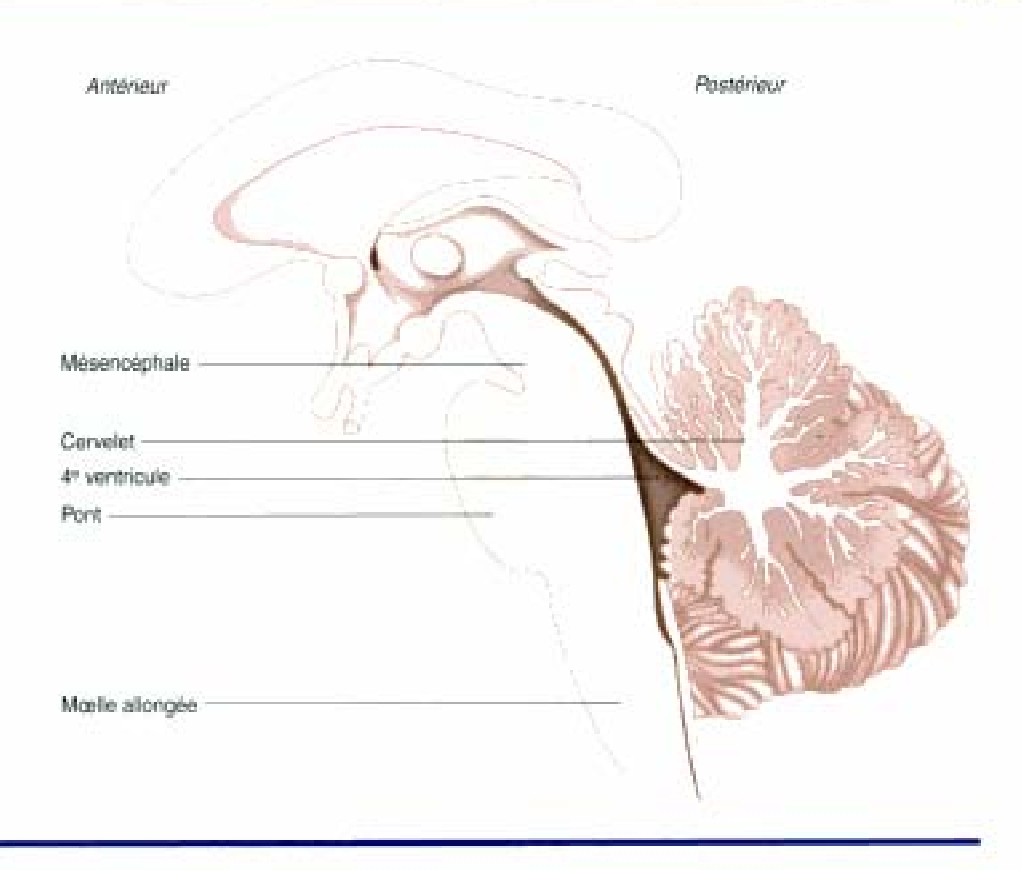


Fig. 8.14.
Cervelet. Vue sagittale.

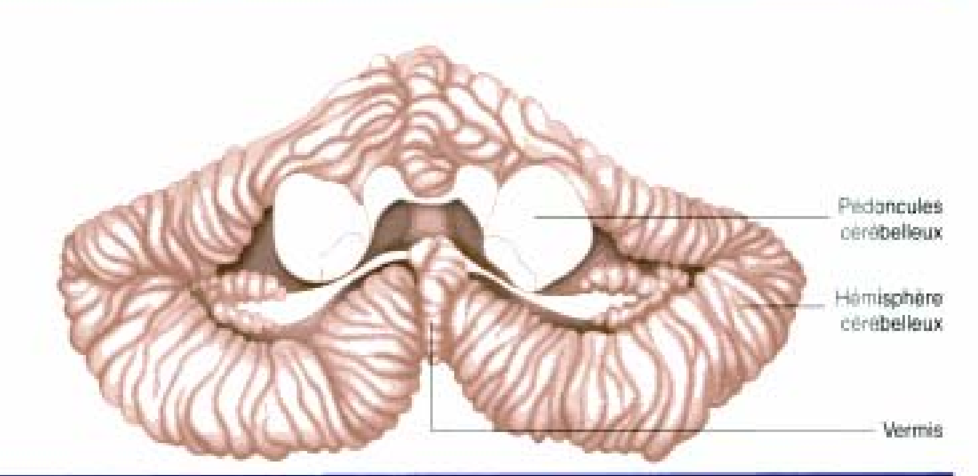


Fig. 8.15.
Cervelet. Vue antérieure.

2. Vascularisation veineuse

Les plexus veineux cérébelleux se jettent dans les sinus dure-mériens.

D. Fonctions

Le cervelet est l'organe d'intégration et de coordination des mouvements et du tonus musculaire.

V. Diencéphale

A. Situation

Le diencéphale (fig. 8.16) est la portion de l'encéphale unissant le mésencéphale du tronc cérébral aux hémisphères cérébraux, encore dénommé *cerveau intermédiaire*.

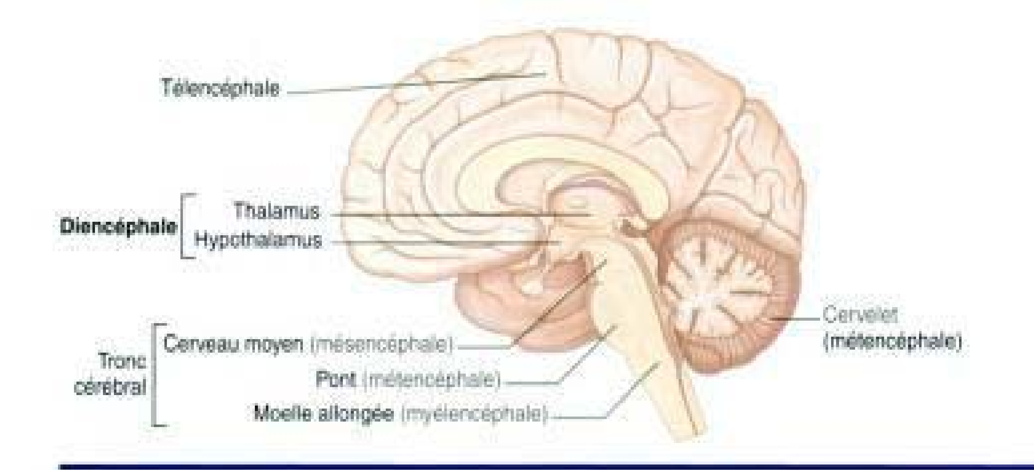


Fig. 8.16.
Diencéphale. Vue sagittale.

B. Morphologie

Le diencéphale (fig. 8.17) est constitué :

- d'une cavité interne : le *troisième ventricule* (*cf.* ci-dessous : « Cavités ») ;
- de quatre étages, de haut en bas : l'*épithalamus*, le *thalamus*, le *subthalamus*, l'*hypothalamus*.

1. Épithalamus

Il est situé à l'étage supérieur et médial du diencéphale.
Il comprend notamment la glande pinéale (ou *épiphyse*) : glande située à la face postérieure du troisième ventricule.

2. Thalamus

Noyau gris central le plus volumineux, il est le lieu de terminaison de la plupart des voies sensitives.

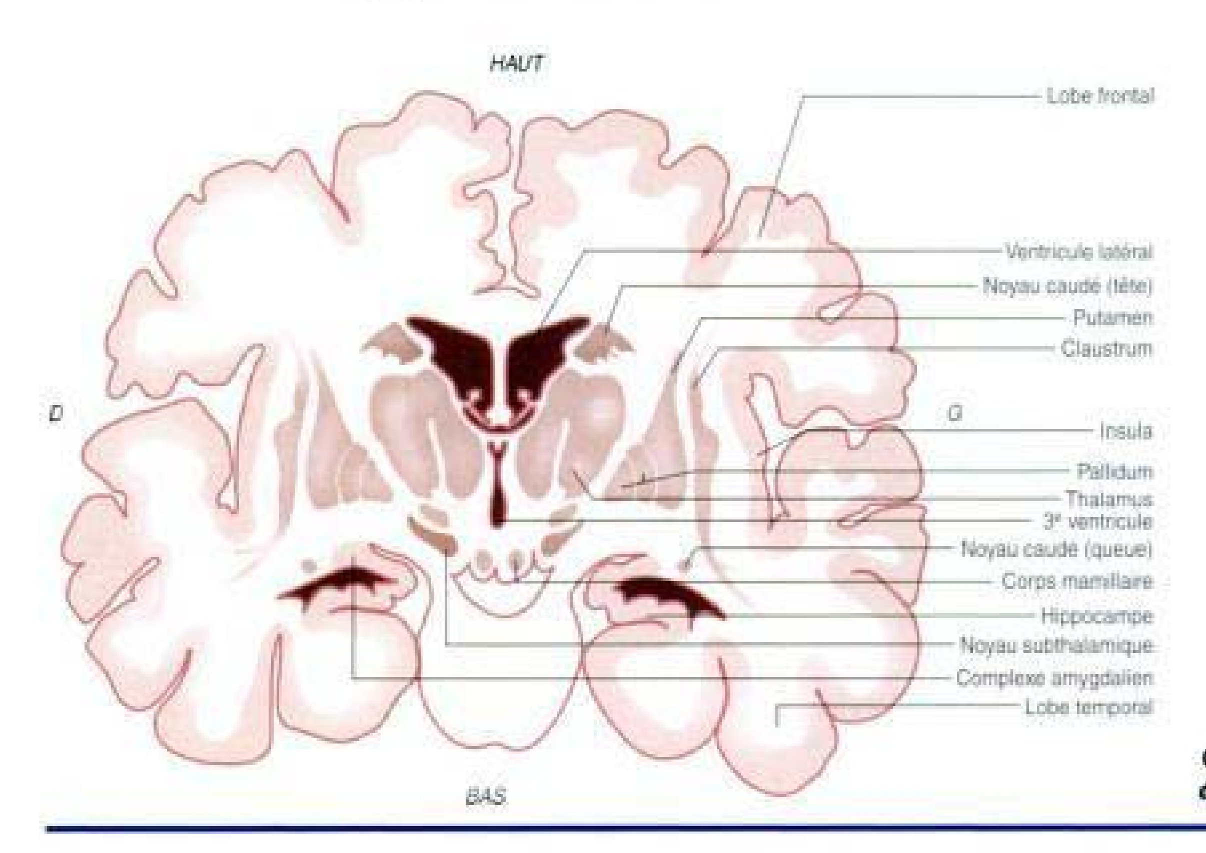


Fig. 8.17.
Coupe frontale, dite de Charcot.

Il est composé de différents noyaux :
- connectés principalement avec le cortex cérébral : noyaux spécifiques ;
- connectés avec le tronc cérébral ou le diencéphale : noyaux aspécifiques.

3. Subthalamus

Il est situé à l'étage inférieur du diencéphale.
Il comprend le noyau subthalamique.

4. Hypothalamus

Il est situé à l'étage inférieur et ventral du diencéphale.
Il comprend des noyaux hypothalamiques et des faisceaux afférents et efférents le reliant au cortex, au reste du diencéphale et au tronc cérébral.
Il est relié à l'hypophyse par la *tige pituitaire* (axe hormonal hypothalamo-hypophysaire, *cf.* chapitre 16).

C. Vascularisation

Le diencéphale est principalement vascularisé par les branches des artères communicante postérieure et cérébrale postérieure.

D. Fonctions

a. *Thalamus*

- Centre de relais et d'intégration de la plupart des afférences corticales, notamment somesthésiques et sensorielles.
- Rôle dans la motricité extrapyramidale et la régulation cérébelleuse du mouvement.
- Rôle dans les comportements émotionnels.
- Mécanismes d'éveil et de maintien de la vigilance.

b. *Subthalamus*

- Rôle dans le tonus musculaire, la facilitation des mouvements.

c. *Hypothalamus*

Fonction endocrine et sécrétoire de centre de contrôle central des fonctions végétatives et endocriniennes :
- rôle trophotrope : faim, satiété ;
- rôle hypophysiotrophe : contrôle des sécrétions hormonales ;
- rôle ergotrope : dynamisme, éveil.

VI. Noyaux gris centraux

A. Situation

Les noyaux gris centraux comprennent un ensemble de noyaux situés au « centre » de l'encéphale (fig. 8.17 et 8.18), à différents niveaux :
- télencéphaliques : complexe amygdalien, noyau caudé, putamen et pallidum ;
- diencéphaliques : thalamus, noyau subthalamique ;
- mésencéphaliques : locus niger.

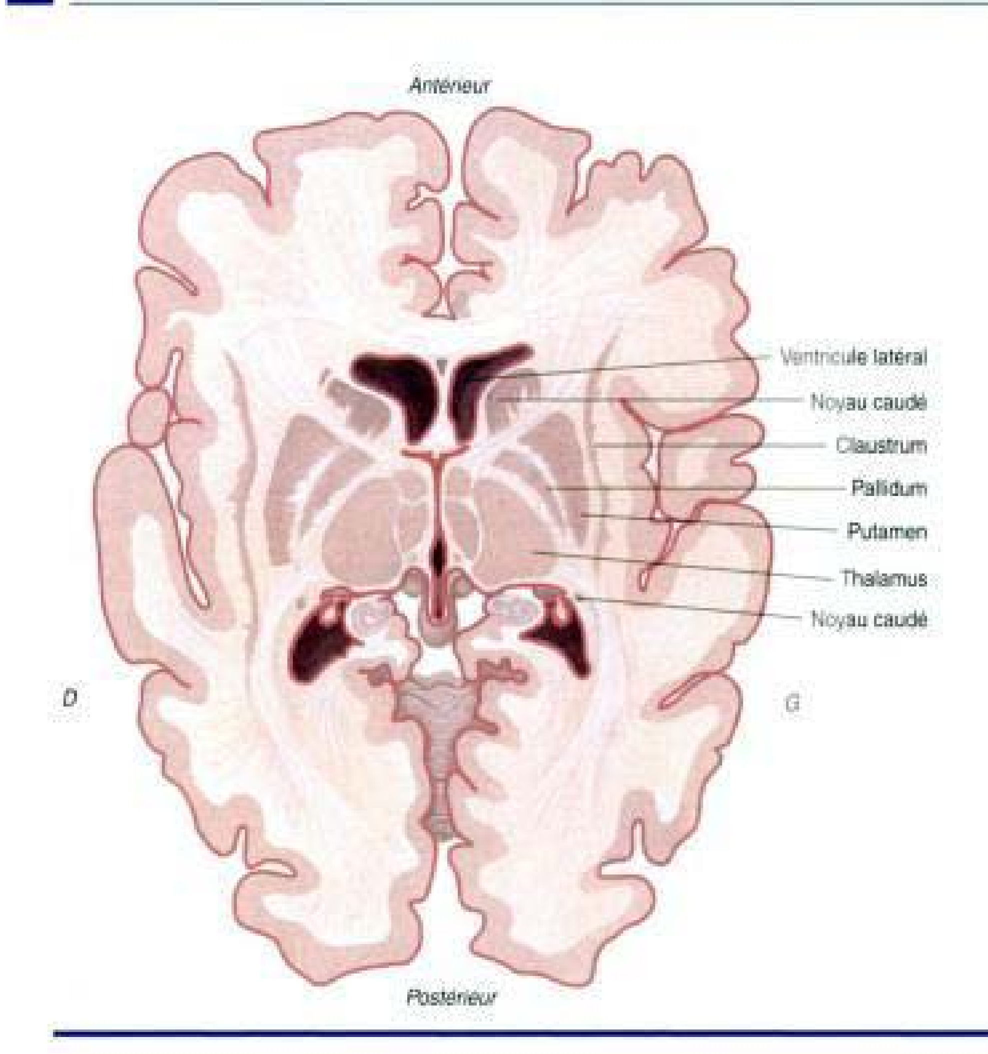


Fig. 8.18.
Noyaux gris. Coupe axiale.

B. Morphologie

a. *Noyau caudé*

Noyau gris central en forme de « fer à cheval » ouvert en avant qui s'enroule autour du thalamus, il repose sur sa face supérieure, puis descend en arrière du thalamus. Il se continue en avant dans le lobe temporal et présente, d'avant en arrière :

- une tête volumineuse, située en dehors de la corne frontale du ventricule latéral ;
- un corps, dont le volume diminue d'avant en arrière, qui repose sur le thalamus puis descend en arrière du pulvinar ;
- une queue, qui chemine dans le lobe temporal, au-dessus de la corne temporale du ventricule latéral, dans la région sous-lenticulaire.

Les fibres nerveuses entourent les noyaux gris centraux en formant trois capsules, interne, externe et extrême. Sur les figures 8.17 et 8.18, la mince zone dénommée claustrum sépare capsule externe en dedans et capsule extrême en dehors.

b. *Putamen*

Noyau gris central en forme de base de pyramide tronquée, il se situe entre la capsule externe en dehors et le pallidum en dedans.

c. *Pallidum (globus pallidus)*

Noyau gris central en forme de sommet de pyramide tronquée, il se situe entre le putamen en dehors et la capsule interne en dedans et comprend deux parties, le pallidum interne et le pallidum externe.

- Le noyau caudé forme, avec le putamen, le *striatum*.
- Le putamen forme, avec le pallidum, le *noyau lenticulaire*.

d. *Locus niger (substance noire)*

Noyau gris central par extension, appartenant aux ganglions de la base, de coloration noirâtre, il est principalement situé dans le tegmentum du mésencéphale (*cf.* fig. 8.12) et déborde sur la jonction avec le pédoncule cérébral.

C. **Vascularisation**

La vascularisation artérielle des noyaux gris centraux est sous la dépendance des branches profondes issues de l'artère cérébrale antérieure, de l'artère choroïdienne antérieure et de l'artère cérébrale postérieure.

D. **Fonctions**

- Noyau caudé, putamen, pallidum : relais sous-corticaux du système moteur extrapyramidal.
- Locus niger : motricité involontaire et initiation du mouvement.

VII. Télencéphale (hémisphères cérébraux)

A. **Situation**

1. Lobes

Chaque hémisphère cérébral (fig. 8.19 et 8.20) est constitué de cinq lobes :
- le *lobe frontal* en avant du sillon central, au-dessus du sillon latéral, s'étend du pôle frontal au sillon central ;
- le *lobe temporal* : au-dessous des lobes frontal et pariétal, en avant du lobe occipital, en dessous du sillon latéral ;
- le *lobe pariétal* : entre le lobe frontal en avant, le lobe occipital en arrière et le lobe temporal en bas, en arrière du sillon central, au-dessus du sillon latéral, en avant du sillon pariéto-occipital ;
- le *lobe occipital* : en arrière du lobe pariétal en haut et du lobe temporal en bas, séparés de la face médiale du lobe pariétal par le sillon pariéto-occipital, leurs faces inférieure et latérale se continuent sans limite nette avec le lobe temporal ;
- un lobe enfoui, l'*insula* : dans le plancher de la fosse latérale (profonde dépression de la partie basale du sillon latéral, visible en latéral de la coupe de Charcot : *cf.* fig. 8.17).

2. Sillons

Chaque lobe comprend en surface des sillons (*sulcus*) qui délimitent des circonvolutions (*gyrus*), témoins du plissement du cortex.
Les principaux sillons latéraux (fig. 8.19 et 8.20) sont :
- le sillon latéral (dit de Sylvius) : profond, il sépare le lobe temporal du reste du cerveau ;
- le sillon central (dit de Rolando) : sépare le lobe frontal en avant du lobe pariétal en arrière ;

- le sillon pariéto-occipital (scissure perpendiculaire externe et interne) : peu marqué en surface, il sépare le lobe pariétal du lobe occipital.

Les principaux sillons médiaux sont :

- le sillon cingulaire (scissure callosomarginale) : parallèle au corps calleux ;
- le sillon central ;
- le sillon pariéto-occipital ;
- la scissure calcarine qui rejoint le sillon pariéto-occipital.

3. Commissures

Il existe des faisceaux de fibres qui relient les différentes parties du cerveau, les *commissures* :

- commissures interhémisphériques : corps calleux, commissures blanches antérieure et postérieure (fig. 8.21) ;
- commissures intrahémisphériques : fibres en « U » qui relient les circonvolutions entre elles ;
- commissure mixte (inter- et intrahémisphérique) : le fornix (anciennement trigone cérébral).

B. Morphologie

Chaque lobe est subdivisé en différentes sous-régions par des sillons secondaires.

Le *cortex* (substance grise des hémisphères cérébraux) est formé de six couches, de la plus externe à la plus interne :

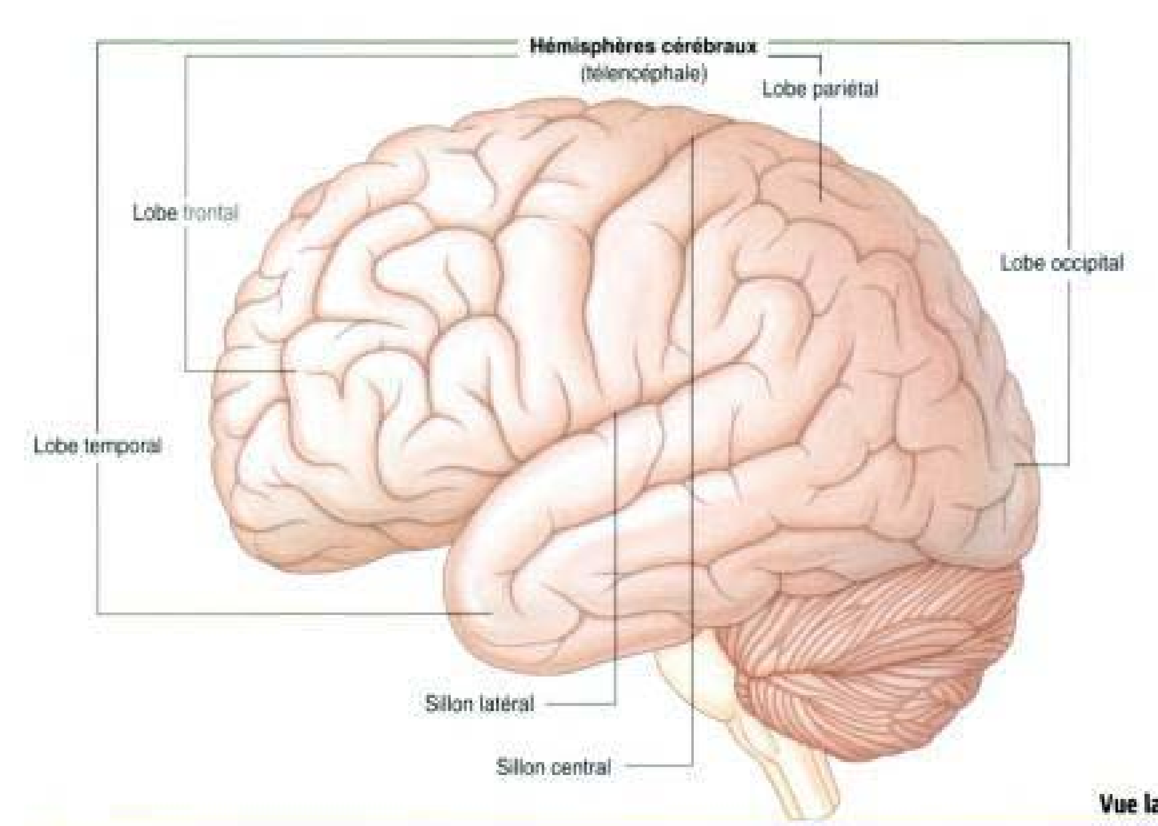


Fig. 8.19.
Vue latérale du cerveau.

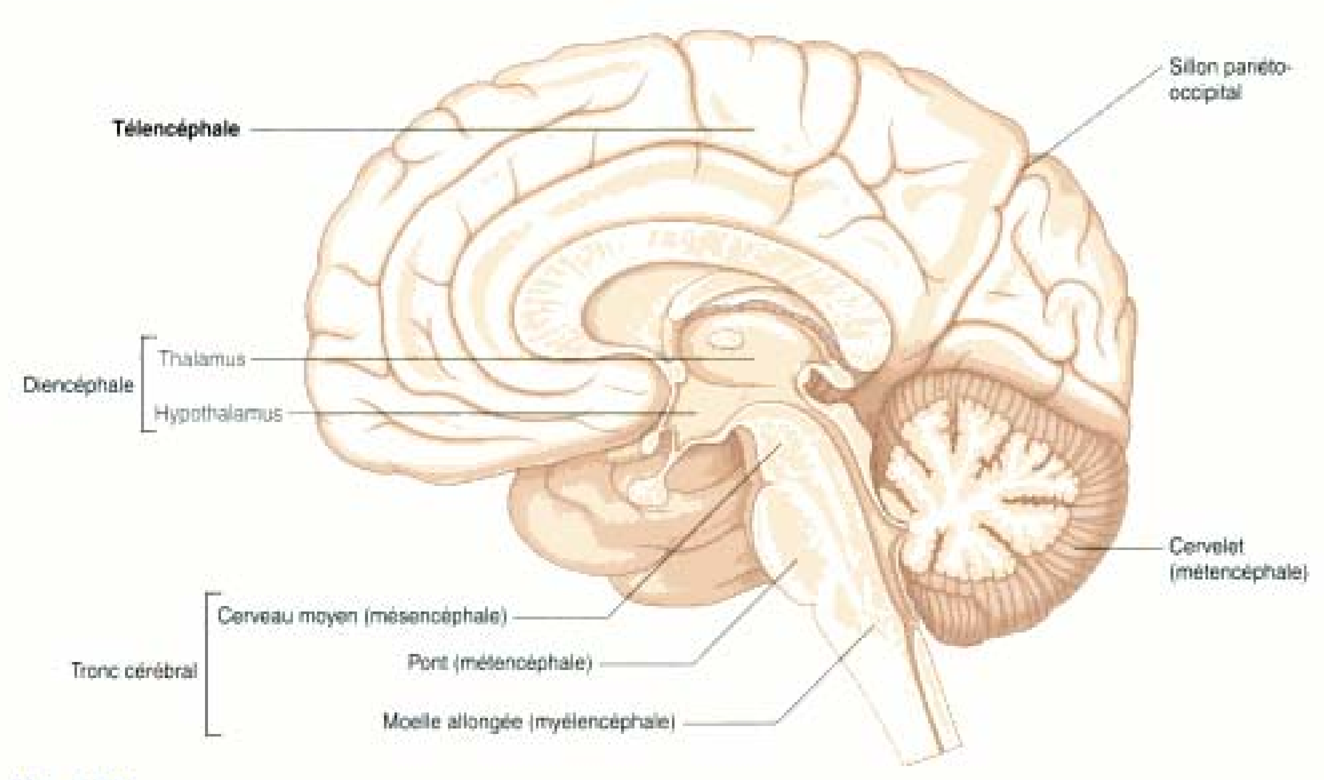


Fig. 8.20.
Télencéphale. Coupe sagittale.

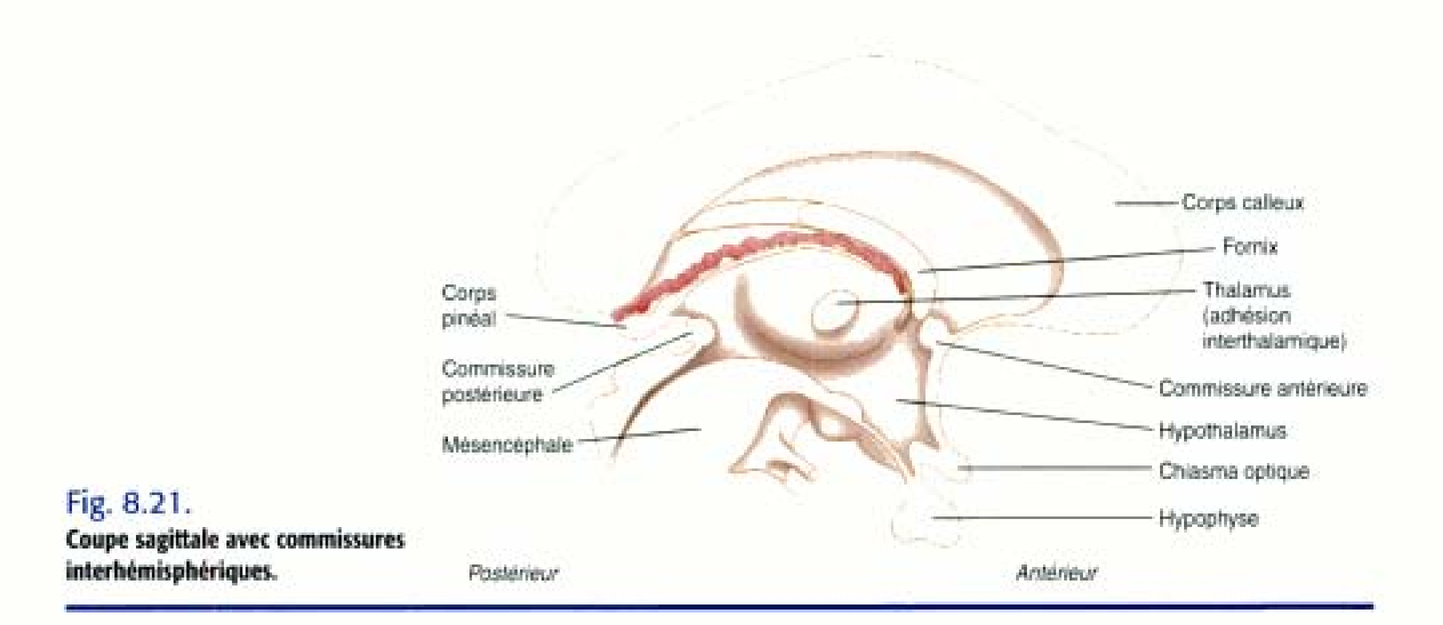


Fig. 8.21.
Coupe sagittale avec commissures interhémisphériques.

- I. Moléculaire : contient des fibres (axones et dendrites) ;
- II. Granulaire externe : neurones granulaires (récepteurs) ;
- III. Pyramidale externe : cellules pyramidales (effectrices) ;
- IV. Granulaire interne : voies de la sensibilité ;
- V. Pyramidale interne : motricité ;
- VI. Fusiforme polymorphe.

C. Vascularisation

La vascularisation artérielle du cortex (fig. 8.22) est sous la dépendance des branches superficielles de l'artère cérébrale antérieure et de l'artère cérébrale moyenne. Une partie de la face médiale des lobes temporaux et occipitaux est sous la dépendance des branches de l'artère cérébrale postérieure.

D. Fonctions

a. *Lobe frontal*

- Lobe frontal moteur : partie dévolue à la motricité avec une représentation somatotopique (*homonculus*).
- Lobe préfrontal : en relation avec l'activité intellectuelle et psychomotrice.
- Lobe frontal orbitaire : en relation avec la vie végétative et émotionnelle.
- Lobe frontal médial : en relation avec la vie émotionnelle et la thymie.

b. *Lobe temporal*

- Gyrus transverse : cortex auditif primaire.
- Planum temporale : cortex auditif secondaire, latéralisation des sons.

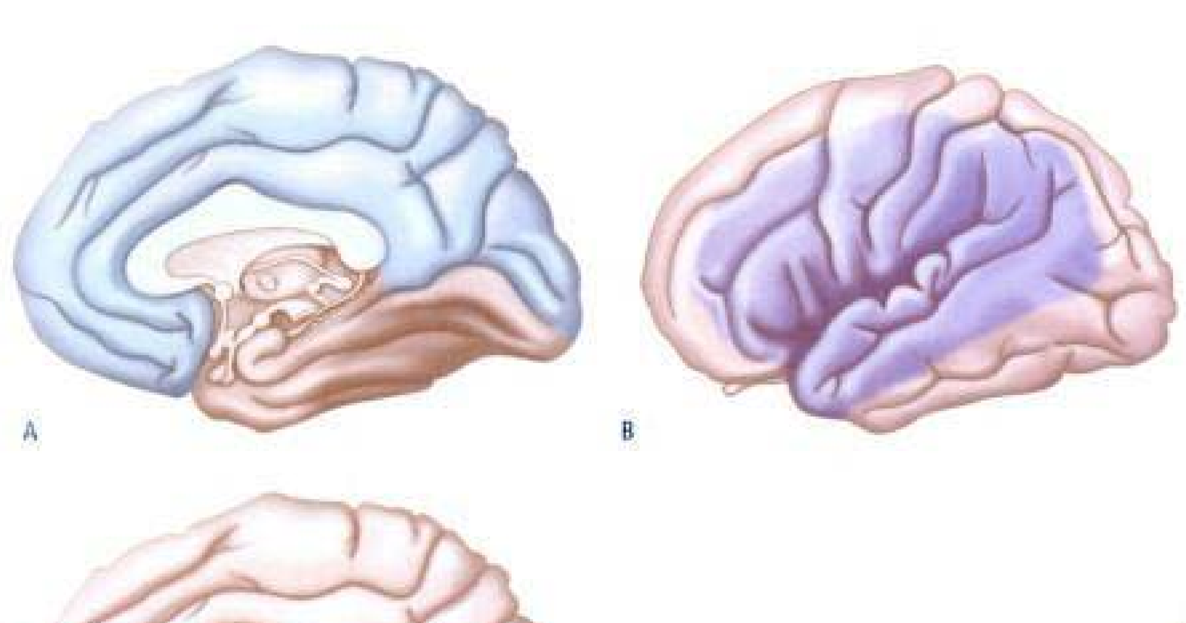


Fig. 8.22.
Vascularisation artérielle du cortex.
A. Territoire de l'artère cérébrale antérieure (vue médiale).
B. Territoire de l'artère cérébrale moyenne (vue latérale).
C. Territoire de l'artère cérébrale postérieure (vue médiale).

- Partie dorsale du premier gyrus temporal (T1) : zone réceptrice du langage du côté de l'hémisphère dominant.
- Hippocampe : rôle dans la mémoire.

c. *Lobe pariétal*

- Cortex post-central : sensibilité.
- Aires 5, 7 : stéréognosie.
- Aires 39, 40 : praxies, gnosies.

d. *Lobe occipital*

- Cortex visuel primaire et associatif.

e. *Insula*

- Fonctions olfactives et végétatives autonomiques, fonctions gustatives, fonctions somato-sensorielles, auditives et visuelles.

VIII. Cavités

A. **Situation**

Les cavités correspondent à des dilatations localisées des *cavités épendymaires* s'étendant sur tout le système nerveux central : moelle, tronc cérébral, cerveau.
Au niveau de la moelle spinale, les cavités correspondent au *canal de l'épendyme*.
Au niveau de l'encéphale, les cavités sont dénommées *ventricules* ; ils sont remplis de liquide cérébrospinal et tapissés d'un simple épithélium épendymaire. Les plexus choroïdes font saillie sur une de leurs parois et sécrètent le liquide cérébrospinal.
On décrit quatre cavités ventriculaires (fig. 8.23) :

- le *quatrième ventricule* (V4), impair et médian, qui se situe dans la loge postérieure cérébrale, en arrière de la moelle allongée et du pont, et en avant du cervelet ;
- le *troisième ventricule* (V3), impair et médian, situé dans le diencéphale ;
- les *ventricules latéraux* (VL), pairs et symétriques, cavités télencéphaliques.

B. **Morphologie**

1. Quatrième ventricule

Le quatrième ventricule (V4) présente deux parois :

- une paroi ventrale, ou fosse rhomboïde (ou plancher du V4) ;
- une paroi dorsale, ou toit du V4, présentant un orifice de communication avec les espaces sous-duraux (foramen dit de Magendie).

2. Troisième ventricule

Le troisième ventricule (V3), de forme quadrangulaire :

- présente un plancher (paroi inférieure) ;
- présente un toit : la toile choroïdienne ;

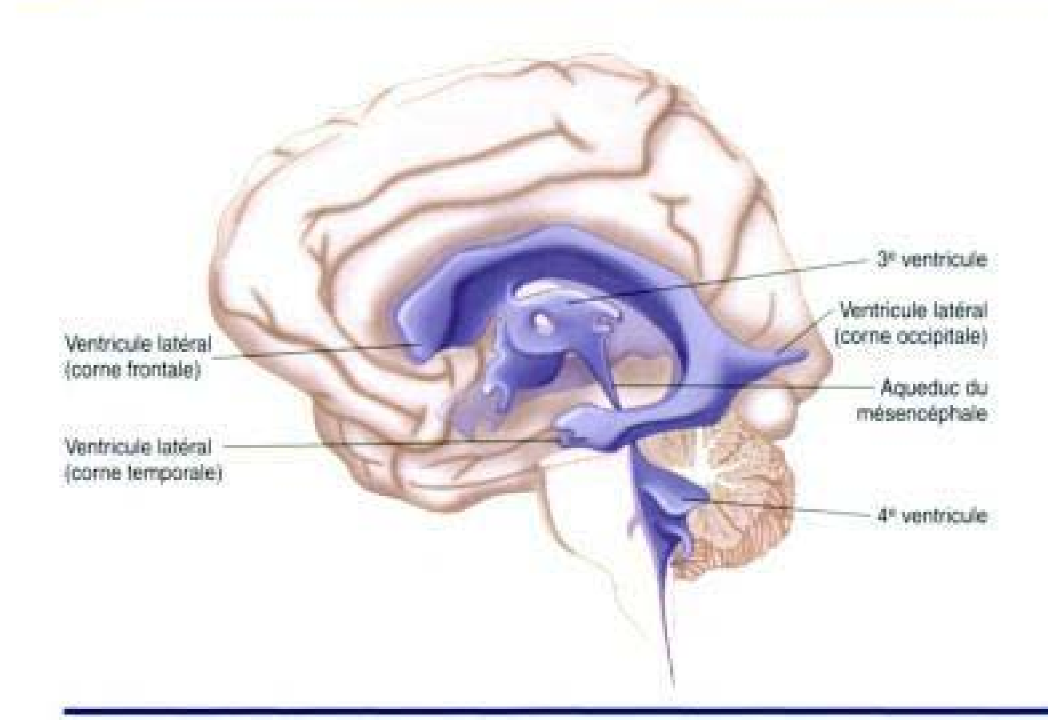


Fig. 8.23.
Cavités. Vue sagittale.

- présente deux faces latérales en rapport en haut avec le thalamus et en bas avec l'hypothalamus ;
- se poursuit en bas avec le quatrième ventricule par l'aqueduc cérébral mésencéphalique (dit de Sylvius) ;
- se poursuit en haut avec les ventricules latéraux par les foramens interventriculaires (trous de Monro).

3. Ventricules latéraux

Chaque ventricule latéral est en forme de « fer à cheval » avec cinq parties : trois cornes (frontale antérieure, temporale inférieure et occipitale postérieure), un corps et un carrefour.

C. **Fonctions**

Les ventricules ont un double rôle :
- lieu d'élaboration du liquide cérébrospinal ;
- transit de liquide cérébrospinal.

IX. Méninges

A. **Situation**

Les méninges sont les enveloppes fibreuses de la moelle spinale et de l'encéphale. On distingue :
- les *méninges vertébrales* (fig. 8.24), qui s'étendent de l'atlas (première vertèbre cervicale) à la deuxième vertèbre sacrale (SII) ; elles sont en continuité avec les méninges crâniennes ;
- les *méninges crâniennes* (fig. 8.25), qui s'étendent de la base du crâne à la voûte crânienne.

Artère spinale postérieure
Espace subarachnoïdien
Pie-mère
Rameaux méningés récurrents
Ligament dentelé
Arachnoïde
Artère spinale antérieure
Dure-mère

Fig. 8.24.
Méninges vertébrales.

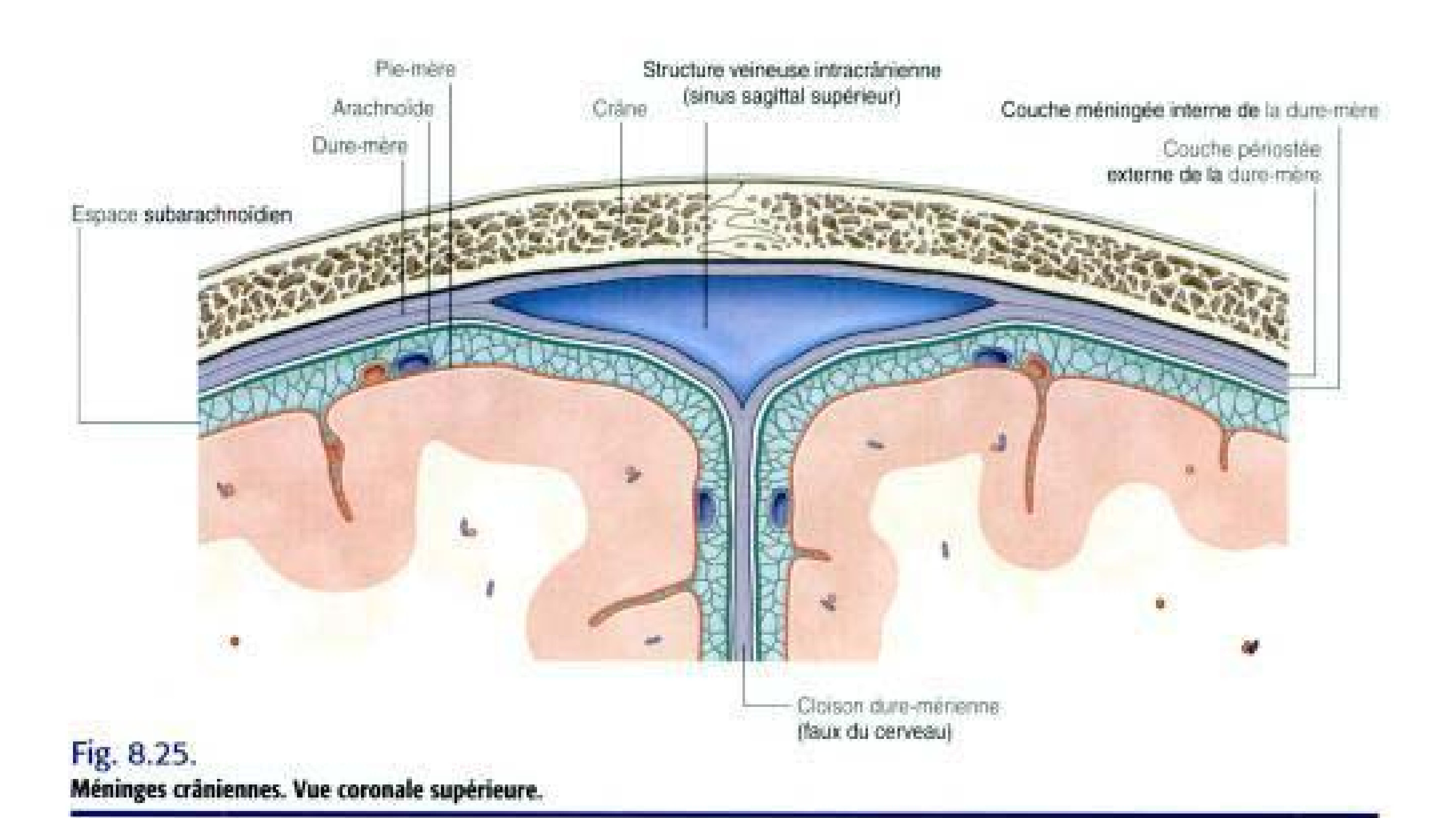


Fig. 8.25.
Méninges crâniennes. Vue coronale supérieure.

B. Morphologie

Les méninges sont constituées de trois membranes concentriques séparées par des espaces.

De dehors en dedans, on distingue :

- la *dure-mère*, membrane épaisse et résistante (pachyméninge) moulée sur le canal vertébral et la boîte crânienne :
  - elle forme au niveau de la moelle spinale un étui cylindrique, ou fourreau dural, entourant la moelle ; elle émet des prolongements autour des nerfs spinaux qui la traversent ; elles se terminant en SII par le ligament coccygien qui entoure le filum terminale,
  - au niveau de l'encéphale :
    - elle renferme les *sinus de la dure-mère* (grands sinus veineux du cerveau) (fig. 8.26) qui drainent tout le sang veineux de l'encéphale, principalement : le sinus sagittal supérieur, le sinus sagittal inférieur, le sinus droit, les deux sinus transverses qui formeront les veines jugulaires internes, principales voies de drainage de l'encéphale,
    - elle envoie des prolongements entre les hémisphères cérébraux (*faux du cerveau*) et entre le cerveau et le cervelet (*tente du cervelet*) (fig. 8.27), les autres prolongements ou expansions étant la faux du cervelet, la tente de l'hypophyse, la tente du bulbe olfactif ;

> La dure-mère crânienne est *accolée à l'os* et plaque les vaisseaux sur l'os où ils laissent leur empreinte. En cas d'effraction accidentelle de ces vaisseaux, il se produira un épanchement de sang entre l'os et la dure-mère qu'on nomme *hématome extradural* et qui va décoller la dure-mère et comprimer les structures du système nerveux central en regard.

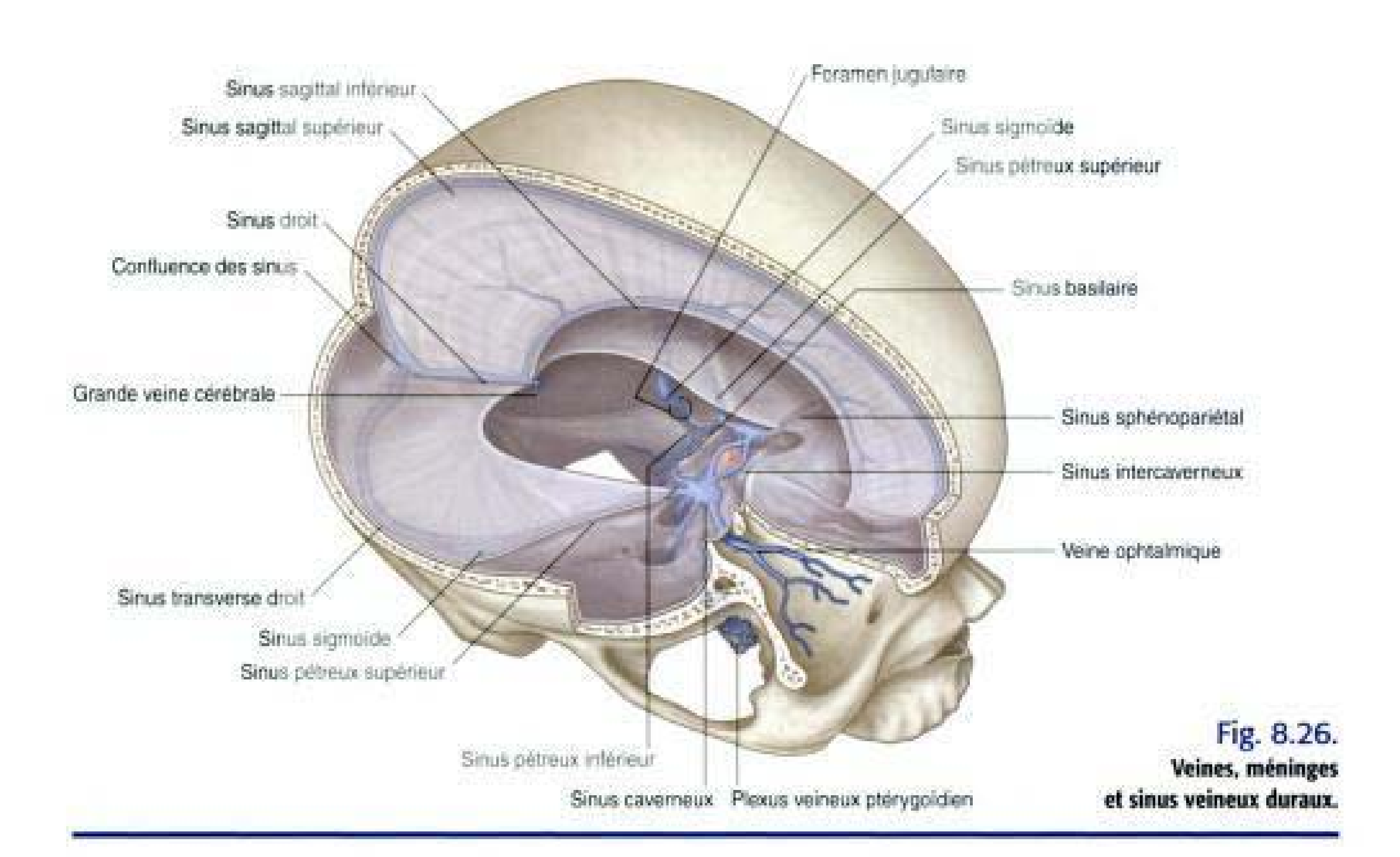


Fig. 8.26.
Veines, méninges et sinus veineux duraux.

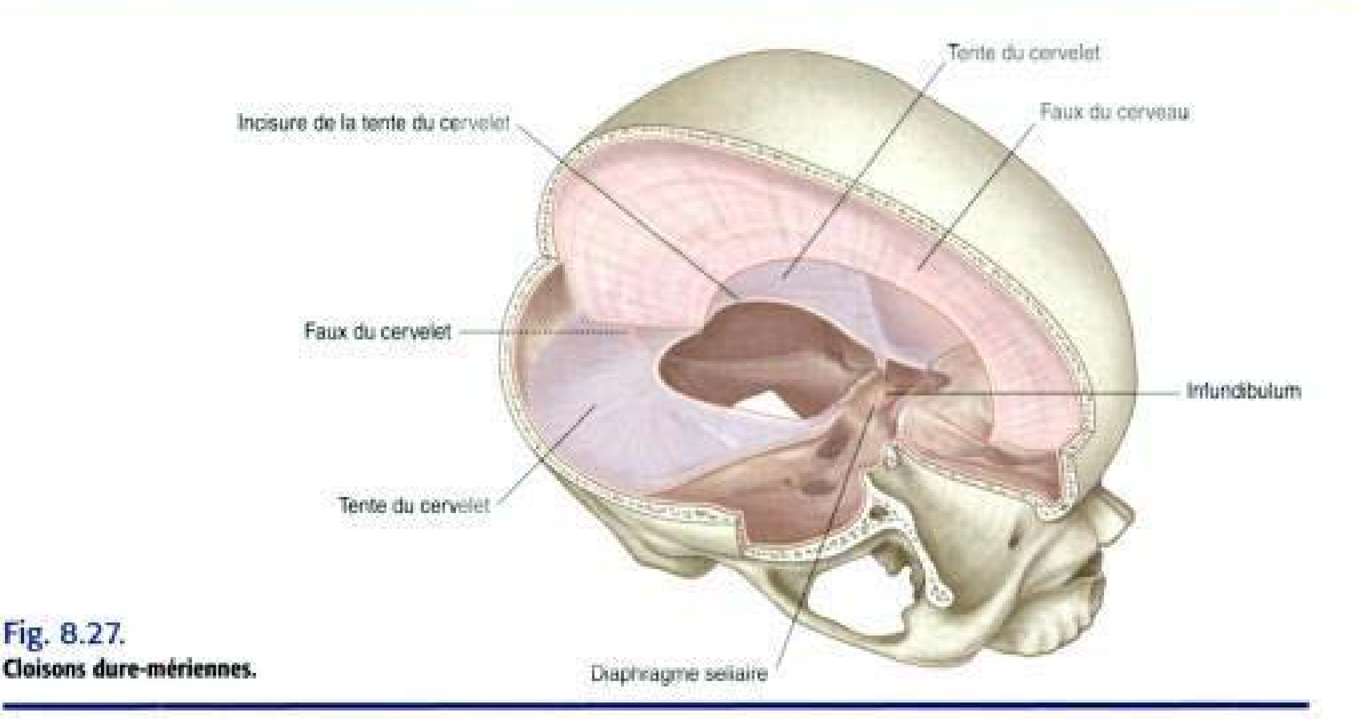


Fig. 8.27.
Cloisons dure-mériennes.

La dure-mère vertébrale est *séparée de l'os* par un espace extradural (ou épidural).

- l'*arachnoïde*, membrane mince (leptoméninge), séparée de la dure-mère par un espace séreux virtuel (l'espace sous-dural) et émettant des trabéculations vers la pie-mère. Les villosités arachnoïdiennes situées dans le sinus veineux sagittal résorbent le liquide cérébrospinal, permettant le passage du liquide cérébrospinal de l'espace arachnoïdien vers la circulation sanguine veineuse périphérique ;
- la *pie-mère*, membrane porte-vaisseaux (leptoméninge), recouvrant directement la surface extérieure de la moelle spinale et de l'encéphale et formant à ce niveau des replis, notamment entre la moelle allongée et le cervelet (toile choroïdienne supérieure) et dans la fente cérébrale de Bichat (toile choroïdienne inférieure). La pie-mère est séparée de l'arachnoïde par l'espace sous-arachnoïdien rempli de liquide cérébrospinal.

■ *L'épanchement de sang dans l'espace sous-dural séparant dure-mère et arachnoïde se nomme hématome sous-dural.*

C. Vascularisation

1. Vascularisation artérielle

La dure-mère est vascularisée par les rameaux des artères méningées (dure-mère crânienne) et par les rameaux artériels spinaux des artères vertébrales, intercostales, lombales et sacrales latérales (dure-mère vertébrale).
L'arachnoïde et surtout la pie-mère sont vascularisées par des plexus artériels anastomotiques des artères à destinée cérébrale (arachnoïde et pie-mère crâniennes) et par les rameaux artériels spinaux des artères vertébrales, intercostales, lombales et sacrales latérales (arachnoïde et pie-mère vertébrales).

2. Vascularisation veineuse

Les veines méningées crâniennes se jettent dans les sinus de la dure-mère, tandis que les veines méningées spinales se jettent dans les plexus intrarachidiens.

D. **Fonctions**

Les méninges sont les enveloppes protectrices et nourricières du névraxe et des nerfs crâniens.

POINTS CLÉS

▸ Le système nerveux central est formé de cellules nerveuses, ou neurones (substance grise), et de fibres nerveuses (substance blanche).

▸ Au niveau de la moelle spinale, la substance grise est centrale et la substance blanche est périphérique.

▸ Au niveau de l'encéphale, la substance grise est périphérique ou profonde, la substance blanche centrale.

▸ La moelle spinale est formée par une succession de métamères : les segments médullaires.

▸ Le tronc cérébral est la partie du système nerveux central située entre la moelle spinale en bas, et le diencéphale en haut. Le tronc cérébral comprend trois étages : la moelle allongée, le pont et le mésencéphale.

▸ Le thalamus est le plus volumineux noyau du diencéphale.

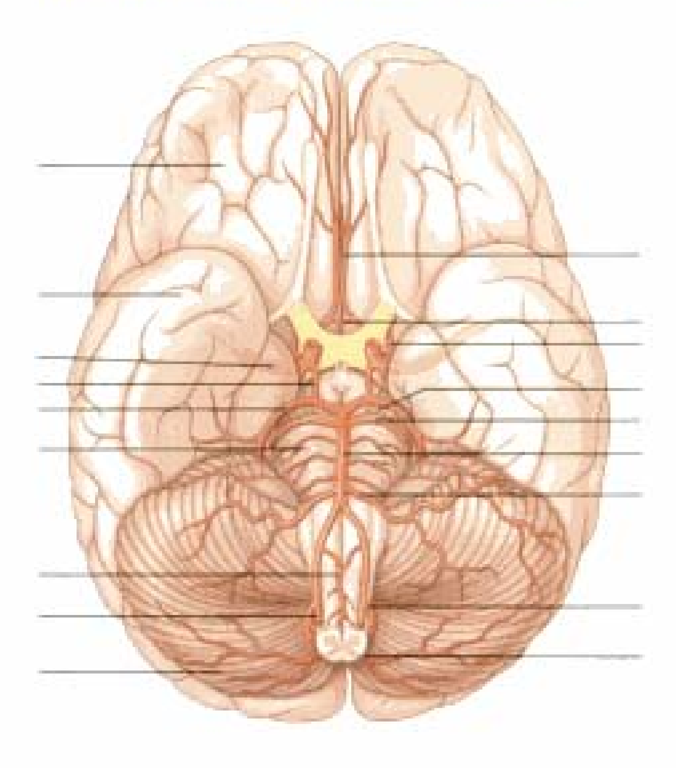
▸ Les hémisphères cérébraux comprennent quatre lobes apparents (frontal, temporal, pariétal, occipital) et un lobe enfoui (insula).

▸ Le système nerveux central est protégé par trois enveloppes méningées : la dure-mère, l'arachnoïde et la pie-mère.

ENTRAÎNEMENT

DOC

Donner un titre et légender la figure suivante :



QCM

Plusieurs réponses possibles.

1. Concernant les méninges :

- ❑ **A.** La dure-mère, membrane épaisse et résistante, est moulée sur le canal vertébral et la boîte crânienne.
- ❑ **B.** L'espace entre la dure-mère et l'arachnoïde est l'espace extradural.
- ❑ **C.** Les villosités arachnoïdiennes sécrètent le liquide cérébrospinal.
- ❑ **D.** Les toiles choroïdiennes supérieure et inférieure correspondent à un repli de pie-mère.
- ❑ **E.** La dure-mère crânienne est vascularisée par les rameaux des artères méningées.

2. Concernant la moelle spinale :

- ❑ **A.** Les racines antérieures des nerfs spinaux sont sensitives.
- ❑ **B.** Le renflement cervical correspond au segment médullaire C5 à T1.
- ❑ **C.** La substance grise est centrale et la substance blanche est périphérique.
- ❑ **D.** La corne ventrale est organisée en six lames numérotées d'I à VI.
- ❑ **E.** La colonne médiale de la corne ventrale innerve les muscles axiaux.

3. Concernant la moelle spinale :

- ❑ **A.** Les racines des nerfs spinaux émergent des sillons collatéraux antérieur et postérieur.
- ❑ **B.** Le renflement lombal correspond au segment médullaire T10 à L5.
- ❑ **C.** La moelle spinale se termine généralement en regard des vertèbres LIII-LIV.
- ❑ **D.** Le filum terminale atteint le cul-de-sac dural.
- ❑ **E.** La substance intermédiaire centrale est formée d'interneurones.

4. Concernant le cervelet :

- ❑ **A.** Il est situé dans la fosse crânienne postérieure.
- ❑ **B.** Il est séparé de la moelle allongée par le troisième ventricule.

- ❑ **C.** Il est vascularisé par les artères cérébrales moyennes.
- ❑ **D.** Le pédoncule cérébelleux moyen unit le mésencéphale au cervelet.
- ❑ **E.** Le pédoncule cérébelleux inférieur unit la moelle allongée au cervelet.

5. Concernant le diencéphale :

- ❑ **A.** L'épithalamus est situé à l'étage supérieur et médial du diencéphale.
- ❑ **B.** L'hypothalamus est un centre de relais et d'intégration de la plupart des afférences corticales, notamment somesthésiques et sensorielles.
- ❑ **C.** Le thalamus est le noyau gris central le plus volumineux, constitué lui-même de différents noyaux.
- ❑ **D.** Le quatrième ventricule appartient au diencéphale.
- ❑ **E.** L'hypothalamus est relié à la glande pinéale par la tige pituitaire.

6. Concernant le diencéphale :

- ❑ **A.** La glande pinéale est située à la face postérieure du troisième ventricule.
- ❑ **B.** L'hypothalamus est situé à l'étage supérieur du diencéphale.
- ❑ **C.** Le thalamus ne comprend que des noyaux spécifiques connectés au tronc cérébral.
- ❑ **D.** Le diencéphale est vascularisé par les branches des artères communicante antérieure et cérébrale moyenne.
- ❑ **E.** L'hypothalamus est un centre de contrôle des fonctions végétatives et endocriniennes.

7. Concernant les noyaux gris centraux :

- ❑ **A.** Le noyau caudé s'enroule autour du thalamus.
- ❑ **B.** Le noyau caudé forme avec le putamen le noyau lenticulaire.
- ❑ **C.** Le putamen forme avec le pallidum le striatum.
- ❑ **D.** Le putamen se situe entre la capsule externe en dehors et le pallidum en dedans.
- ❑ **E.** Le pallidum se situe entre le putamen en dehors et la capsule interne en dedans.

8. Concernant les hémisphères cérébraux :

- ❑ **A.** Le lobe frontal s'étend du pôle frontal au sillon frontal inférieur.
- ❑ **B.** Le lobe temporal se situe au-dessus du sillon latéral.
- ❑ **C.** Le lobe pariétal se situe en arrière du sillon central.
- ❑ **D.** Le lobe occipital supporte la fonction auditive.
- ❑ **E.** L'insula est enfouie sous la scissure latérale.



1. Citer les enveloppes méningées.
2. Donner la définition d'un sinus crânien.
3. Quels sont les principaux sillons de la moelle spinale ?
4. Donner le nom des différentes parties des cavités de l'encéphale.
5. Donner le nom des différents lobes du cerveau.
6. Citer les constituants du diencéphale.
7. Donner le nom des différentes scissures du télencéphale.
8. Définir les couches du cortex cérébral.
9. Quelles sont les trois parties du tronc cérébral ?
10. Décrire la vascularisation artérielle du tronc cérébral.

Pour les corrections, se reporter à la page 301.

Système nerveux périphérique

9

Le système nerveux périphérique correspond à toutes les structures nerveuses qui se trouvent hors du canal vertébral et du crâne (fig. 9.1).

I. Généralités

A. Description générale

Le système nerveux périphérique est constitué par les *nerfs* (spinaux et crâniens), les *plexus* et les *ganglions* qui relient le système nerveux central aux effecteurs et récepteurs de l'organisme.
Les nerfs périphériques sont constitués de fibres entourées de gaines de myéline reliant les centres nerveux aux organes périphériques. On distingue en fonction des effecteurs et récepteurs et de l'influx véhiculé :

- les *nerfs moteurs* : efférents, véhiculant le message du système nerveux central vers les muscles ; le corps cellulaire de ces nerfs moteurs périphériques est toujours situé dans le système nerveux central, au niveau d'un centre moteur :
  - soit du tronc cérébral pour les nerfs crâniens (noyau d'origine),
  - soit de la moelle spinale pour les nerfs spinaux (corne antérieure) ;
- les *nerfs sensitifs* : afférents, véhiculant le message des récepteurs vers le système nerveux central ; le corps cellulaire de ces neurones sensitifs est toujours situé en dehors du système nerveux central, au niveau d'un ganglion sensitif (ganglion spinal) :
  - soit sur le trajet du nerf crânien,
  - soit sur la racine postérieure du nerf spinal ;
- les *nerfs mixtes* (moteurs et sensitifs) ;
- les *nerfs sensoriels* : afférents, véhiculant le message des récepteurs (organes des sens) vers le système nerveux central.

Les *plexus* correspondent à des réseaux anastomotiques de nerfs périphériques, destinés principalement à assurer l'innervation des membres supérieurs et inférieurs et du pelvis.
Les *ganglions* nerveux sont constitués par un amas de corps cellulaires neuronaux entourés par des cellules capsulaires, avec les neurites (dendrites et axones) qui en naissent, qui s'y terminent ou qui le traversent. Il existe deux grands types de ganglions :

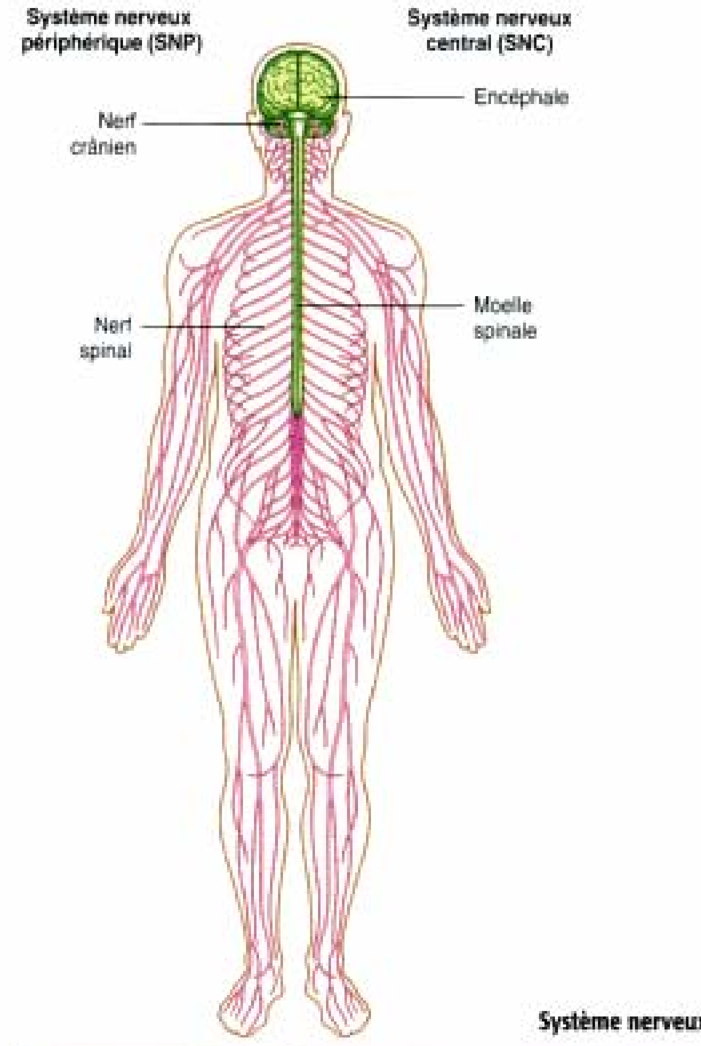


Fig. 9.1.
Système nerveux central (en vert) et système nerveux périphérique (en rouge).

- les *ganglions sensitifs spinaux et crâniens* : ils contiennent le corps cellulaire des neurones sensitifs pseudo-unipolaires (neurones en « T ») ; aucune synapse ne s'y fait ;
- les *ganglions sympathiques et parasympathiques* : ils contiennent le corps cellulaire des neurones végétatifs (sympathiques ou parasympathiques) dits post-ganglionnaires. De nombreuses synapses s'y effectuent.

Le système nerveux périphérique comprend deux parties :

- le système nerveux *somatique* (ou somitique) formé par les nerfs spinaux, crâniens et les plexus ;
- le système nerveux *autonome* (ou végétatif, ou viscéral), lui-même subdivisé en deux systèmes antagonistes :
  - le système sympathique, porté par les segments médullaires T1 à L2,
  - le système parasympathique, dont une composante est située entre S2 et S4 et l'autre est portée par quatre des nerfs crâniens.

B. Fonctions

Le système nerveux périphérique somatique assure l'innervation motrice, sensitive et sensorielle de l'ensemble de l'organisme.

Le système nerveux périphérique autonome est responsable des fonctions vitales de l'organisme (rythme cardiaque, sécrétions…).

II. Système nerveux somatique

A. Nerfs spinaux

1. Définitions

Les nerfs spinaux sont des nerfs mixtes qui naissent de la fusion de deux racines se formant elles-mêmes à partir de l'ensemble des radicelles qui émergent des sillons collatéraux antérieur et postérieur de la moelle spinale (*cf.* fig. 7.2 et fig. 8.7 aux chapitres 7 et 8) :

- les racines antérieures, motrices (efférentes) ;
- les racines postérieures, sensitives (afférentes). Les corps cellulaires des neurones sensitifs se regroupent dans le ganglion spinal de chaque racine postérieure.

Les nerfs spinaux émergent de la moelle par le *foramen intervertébral*. De chaque foramen intervertébral émerge un nerf spinal, sauf au niveau du sacrum.
À la sortie du foramen intervertébral, le nerf spinal va se subdiviser en deux rameaux (fig. 9.2) :

- un *rameau spinal postérieur*, qui innerve un territoire dorsal paravertébral, comprenant un territoire cutané, musculaire et osseux. Il reproduit la métamérie des segments médullaires ;
- un *rameau spinal antérieur*, qui innerve un territoire latéral et ventral, comprenant un territoire cutané, musculaire et osseux. Il reproduit également la métamérie des segments médullaires, sauf au niveau des plexus.

L'origine de chaque nerf spinal s'étend sur une certaine hauteur de moelle, ou segment médullaire. Un segment (et ses racines) prend donc en charge un territoire sensitif – ou *dermatome* (fig. 9.3 et 9.4) – et un territoire moteur – ou *myotome*.
Il existe trente et un segments médullaires et trente et une paires de nerfs spinaux :

- huit paires de nerfs cervicaux C1 à C8 ;
- douze paires de nerfs thoraciques T1 à T12 ;
- cinq paires de nerfs lombaux de L1 à L5 ;
- cinq paires de nerfs sacraux S1 à S5 ;
- une paire de nerfs coccygiens Co.

■ *Les sept premières paires de nerfs spinaux émergent au-dessus du pédicule de la vertèbre qui leur correspond ; le nerf C8 émerge entre CVII et TI ; les autres nerfs émergent sous le pédicule de la vertèbre du même nom.*

Les *plexus* cervical, brachial, lombal et sacral (fig. 9.5, à gauche) sont les plexus somatiques et correspondent à des réseaux anastomotiques de rameaux antérieurs de nerfs spinaux.

2. Plexus

a. *Plexus cervical*

Le plexus cervical (fig. 9.6) est constitué par l'anastomose des rameaux antérieurs des quatre premiers nerfs cervicaux (C1-C4) qui forment des anses nerveuses abandonnant deux types de branches :

- des branches collatérales motrices et anastomotiques ;
- des branches terminales :
  - sensitives, formant le plexus cervical superficiel ;
  - motrices, formant le plexus cervical profond.

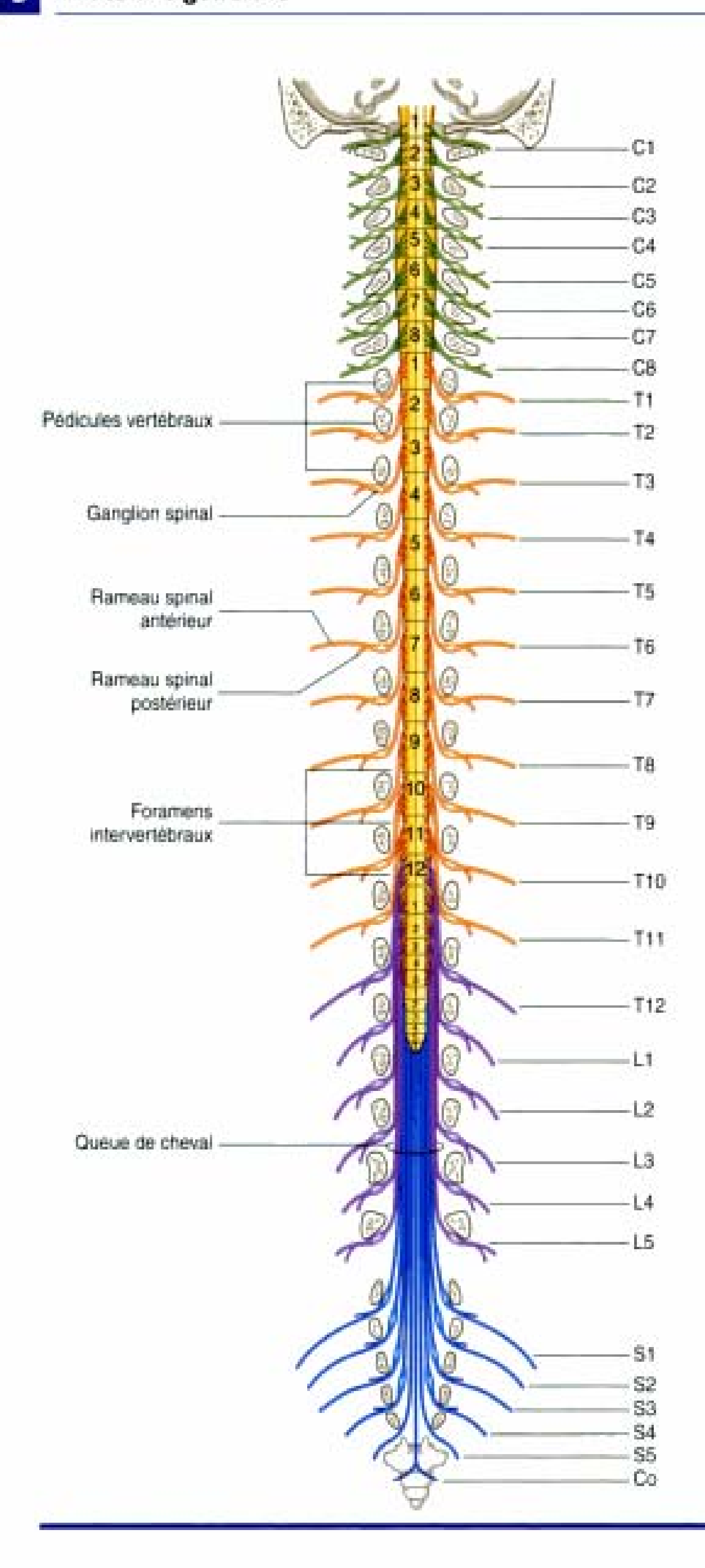


Fig. 9.2.
Canal vertébral, moelle spinale et nerfs spinaux.

Nerf phrénique

Le nerf phrénique naît par une racine principale de C4 et par deux racines secondaires, inconstantes, de C3 et C5. Puis il descend à travers le cou et le thorax jusqu'au diaphragme où il se termine.

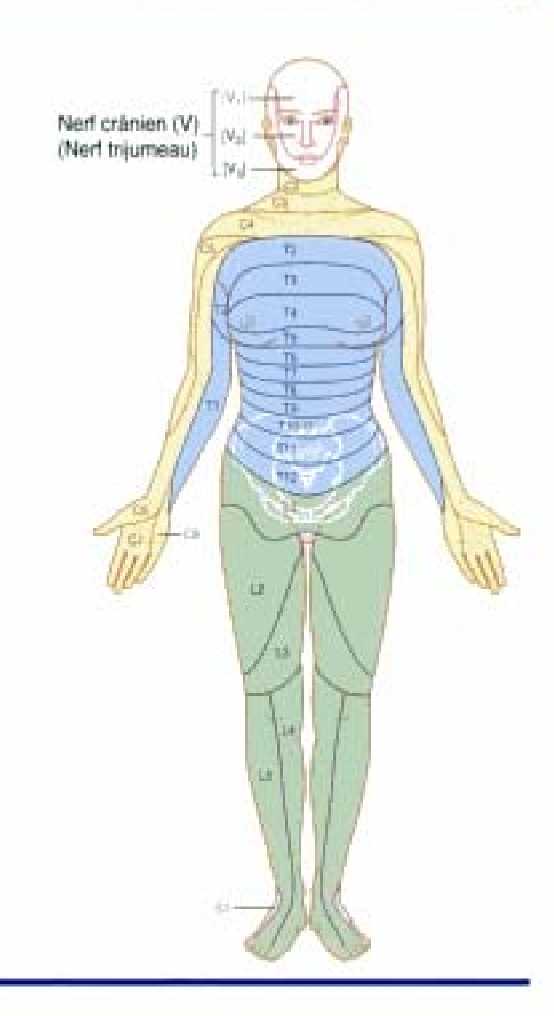


Fig. 9.3.
Vue antérieure des dermatomes innervés par les rameaux antérieurs des nerfs spinaux (ou des nerfs crâniens pour la face).

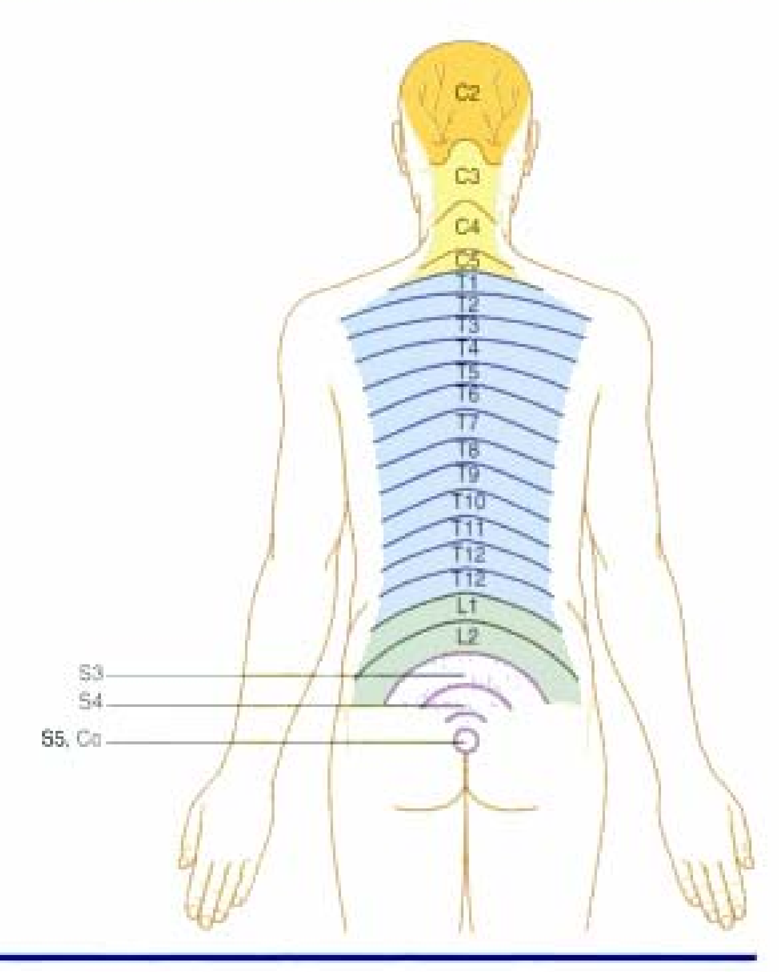


Fig. 9.4.
Dermatomes innervés par les rameaux postérieurs des nerfs spinaux.

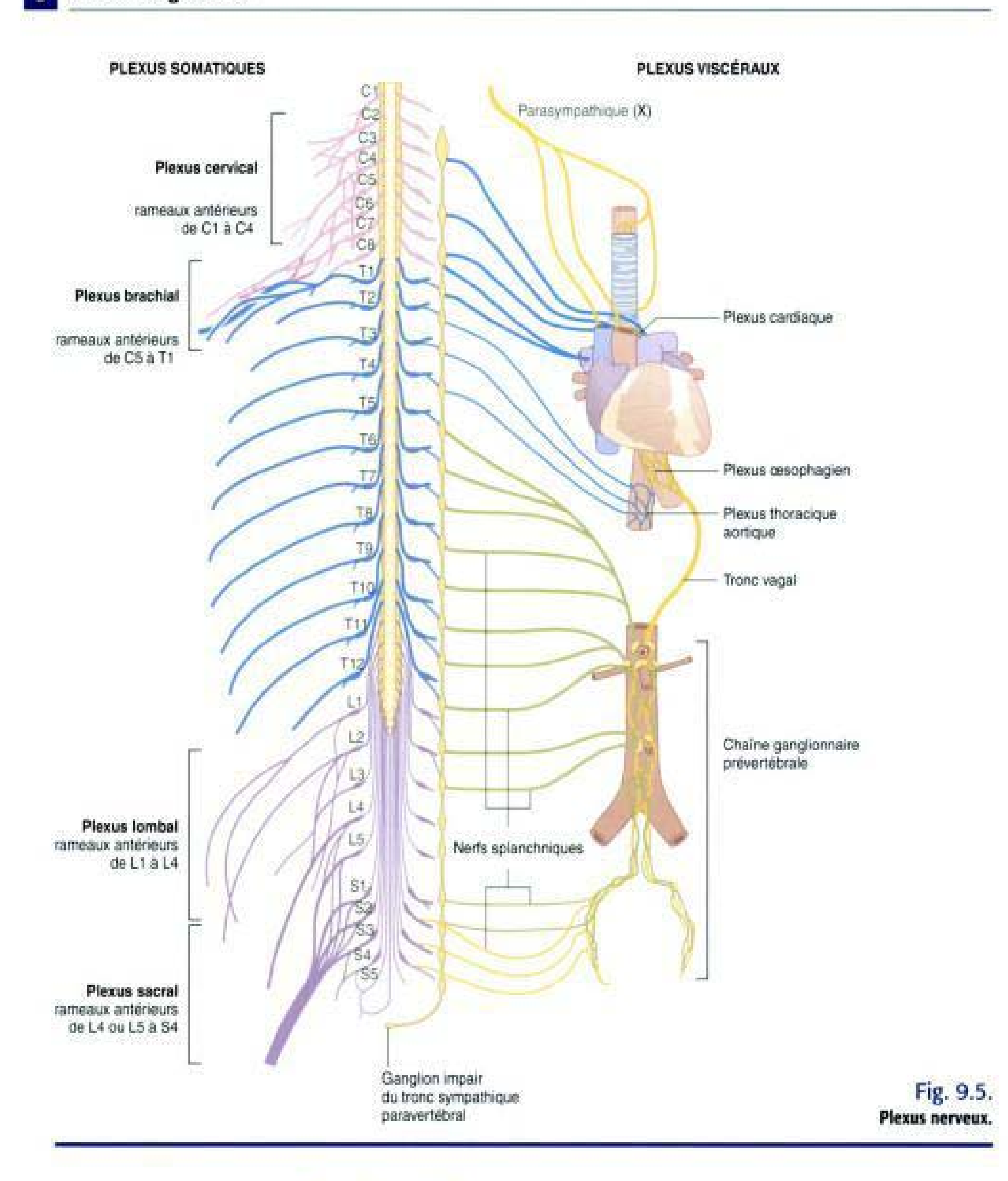


Fig. 9.5.
Plexus nerveux.

b. *Plexus brachial*

▸ Définition

Le plexus brachial (fig. 9.7) est formé par les rameaux antérieurs des quatre derniers nerfs cervicaux (C5-C8) et du premier nerf thoracique (T1) plus une anastomose venant du rameau descendant de C4.

Il correspond au territoire radiculaire C5-T1 et innerve principalement le membre supérieur.

Il présente un trajet supraclaviculaire cervical et infraclaviculaire axillaire.

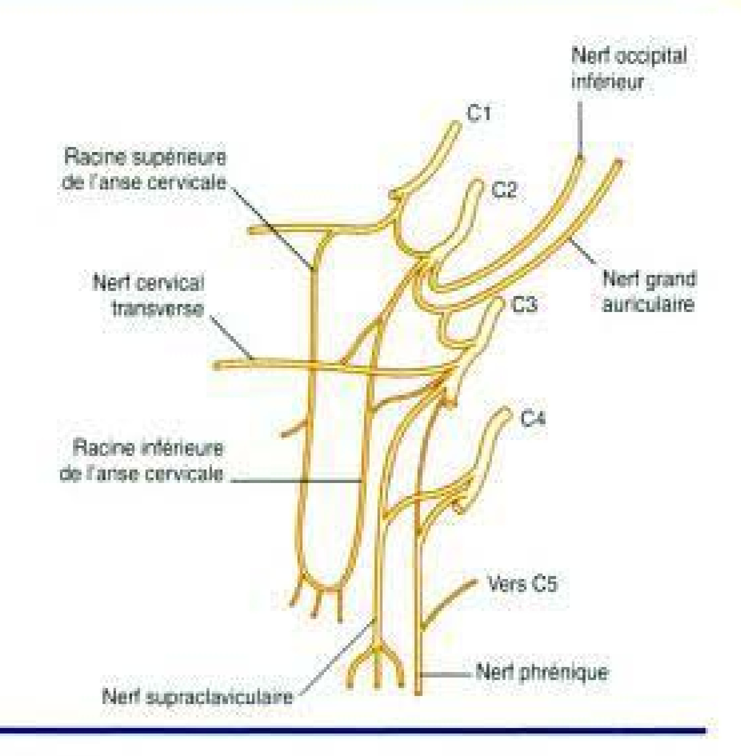


Fig. 9.6.
Plexus cervical.

Nerf terminaux | Faisceaux | Divisions | Troncs | Racines (rameaux antérieurs)

Musculocutané
Médian
Radial
Ulnaire
Latéral
Postérieur
Médial
Antérieure
Postérieure
Antérieure
Supérieur
Moyen
Inférieur
C5
C6
C7
C8
T1
Nerf axillaire
Nerf dorsal de la scapula
Nerf pectoral latéral
Nerf suprascapulaire
Contribution au nerf phrénique
Nerf du muscle subclavier
Nerf subscapulaire supérieur
Nerf thoracodorsal
Nerf subscapulaire inférieur
Nerf pectoral médial
Nerf cutané médial du bras
Nerf cutané médial de l'avant-bras
Nerf thoracique long

A

Nerf dorsal de la scapula
C5
C6
C7
C8
T1
Nerf suprascapulaire
Deuxième partie de l'artère axillaire
Nerf du muscle subclavier
Nerf pectoral latéral
Nerf thoracique long
Nerf musculocutané
Nerf pectoral médial
T2
Nerf axillaire
Nerf intercostobrachial (branche cutanée latérale de T2)
C7
Nerf subscapulaire supérieur
Nerf thoracodorsal
Nerf subscapulaire inférieur
Nerf cutané médial du bras
Nerf médian
Nerf cutané médial de l'avant-bras
Nerf radial
Nerf ulnaire

B

Fig. 9.7.
Plexus brachial.
A. Schématisation des rameaux du plexus brachial. B. Relations avec l'artère axillaire.

On distingue au niveau du plexus brachial :

- des troncs, supérieur, moyen et inférieur nés de la réunion des rameaux antérieurs des nerfs spinaux, qui vont se diviser en branches antérieures et postérieures ;
- des faisceaux (ou troncs secondaires), nés de la réunion des branches des différents troncs primaires ;
- les nerfs principaux nés de la division des faisceaux assurant l'innervation des membres supérieurs ;
- les nerfs nés de branches collatérales se détachant des troncs et des faisceaux et assurant l'innervation de la paroi thoracique et des muscles de la ceinture scapulaire.

▸ Constitution

- Troncs (primaires) :
  - les branches de C5 et C6 forment avec un rameau anastomotique de C4 le tronc supérieur ;
  - la branche de C7 forme le tronc moyen ;
  - les branches de C8 et T1 forment le tronc inférieur.
- Faisceaux (troncs secondaires) :
  - le faisceau postérieur est formé par la division postérieure des trois troncs ;
  - le faisceau latéral est formé par les divisions antérieures des troncs supérieur et moyen ;
  - le faisceau médial est formé par la division antérieure du tronc inférieur.

■ *La dénomination « postérieure », « latérale » ou « médiale » porte sur la position du faisceau par rapport au tronc de l'artère axillaire et indique le territoire de distribution des branches émises par les faisceaux : région postérieure, latérale ou médiale du membre supérieur.*

Principaux nerfs du plexus brachial (fig. 9.8)

– Le faisceau postérieur donne :

- le nerf axillaire (C5-C6) qui innerve la peau du moignon de l'épaule et les muscles deltoïde et petit rond ;

- le nerf radial (C5-T1) qui chemine en arrière de l'artère humérale, rejoint la face postérieure de l'humérus le long de laquelle il chemine pour arriver dans la gouttière bicipitale latérale après avoir innervé les muscles triceps et anconé et pris en charge un territoire cutané postérieur et latéral. Il se divise 2 cm au-dessus du pli du coude en branches superficielle sensitive, qui chemine avec l'artère radiale, et profonde motrice pour les extenseurs de l'avant-bras.

– Le faisceau latéral donne :

- la racine latérale du nerf médian (C5-C7) ;

- le nerf musculocutané (C5-C7) qui traverse le muscle coracobrachial, chemine entre muscles biceps et brachial antérieur qu'il innerve, pour devenir le nerf cutané latéral de l'avant-bras.

– Le faisceau médial donne :

- la racine médiale du nerf médian (C8-T1) qui s'unit à la racine latérale en formant la fourche du médian. Le nerf médian accompagne l'artère brachiale jusqu'au pli du coude où il passe en dedans, traverse le muscle rond pronateur et se divise en nerf interosseux anté- ▸

rieur pour les articulations du poignet, les muscles fléchisseur du pouce, fléchisseur profond et carré pronateur. L'autre branche fournit des rameaux pour les muscles rond pronateur, fléchisseur radial du carpe, long palmaire et fléchisseur superficiel des doigts. Il abandonne un rameau palmaire et se termine en nerfs sensitifs pour les doigts ;

- le nerf ulnaire (C8-T1) qui court dans le sillon bicipital médial, traverse le septum intermusculaire médial pour rejoindre la gouttière épitrochléo-olécrânienne. Il rejoint le fléchisseur ulnaire du carpe qu'il traverse et innerve, par deux branches palmaire et dorsale, la peau médiale des doigts. Un rameau profond du nerf ulnaire, moteur, se distribue aux muscles de l'éminence hypothénar, aux interosseux, aux deux lombricaux ulnaires et au chef profond du muscle court fléchisseur du pouce.

c. *Plexus lombal*

Définition

Le plexus lombal (fig. 9.9) est formé par les rameaux ventraux des quatre premiers nerfs lombaux (L1-L4) à l'intérieur du muscle psoas majeur.

Constitution

Les branches les plus importantes approvisionnent le compartiment antérieur de la cuisse (nerf fémoral) et le compartiment médial de la cuisse (nerf obturateur) (fig. 9.10 et 9.11).

Branches terminales du plexus lombal

– Nerf ilio-hypogastrique et nerf ilio-inguinal, naissant de L1 et émergeant au bord latéral du muscle psoas majeur.

– Nerf cutané latéral de la cuisse, naissant de L2 et émergeant au bord latéral du muscle psoas majeur.

– Nerf génitofémoral, naissant de L2 et émergeant au bord antérieur du muscle psoas majeur.

– Nerf fémoral, naissant de L2-L3-L4 et émergeant entre le muscle psoas majeur et le muscle iliaque.

– Nerf obturateur, naissant de L2-L3-L4 et émergeant au bord médial du muscle psoas majeur.

d. *Plexus sacral*

Définition

Le plexus sacral (fig. 9.12) est constitué des fibres en provenance des racines sacrales S1, S2 et S3 et de la racine lombal L5 associée à une anastomose provenant de L4 constituant le tronc lombosacral. Le tronc lombosacral et les racines sacrales convergent vers le foramen ischiatique et fusionnent.

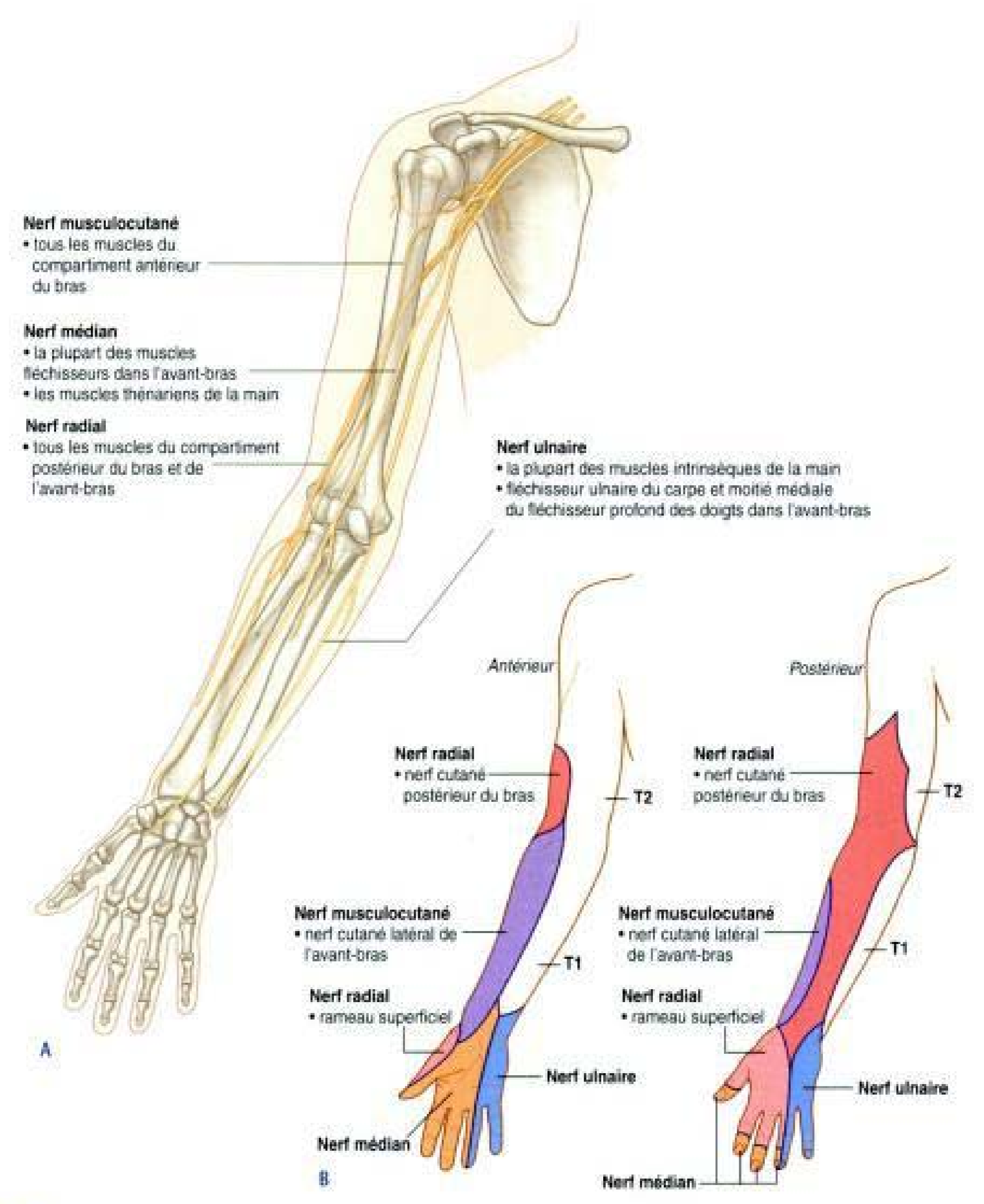


Fig. 9.8.
Nerfs du membre supérieur.
A. Principaux nerfs du bras et de l'avant-bras.
B. Régions cutanées antérieures et postérieures innervées par les principaux nerfs périphériques du bras et de l'avant-bras.

▸ Constitution

Le nerf ischiatique (ou sciatique) (L4-S3), branche terminale du plexus sacral, sort en dessous du muscle piriforme (fig. 9.13).

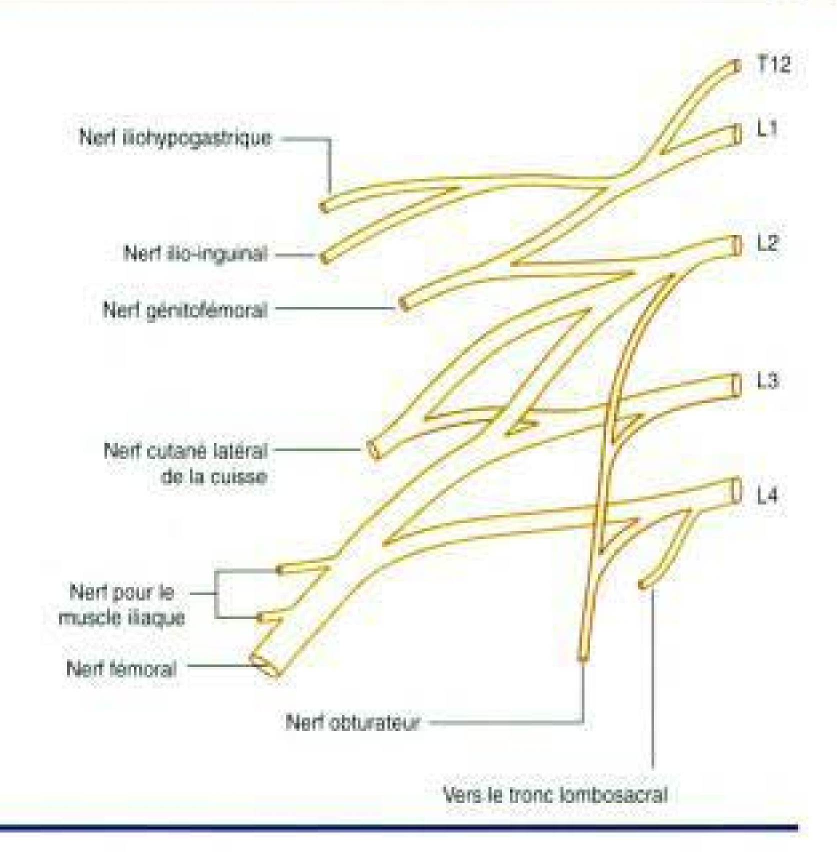


Fig. 9.9.
Plexus lombal.

Nerf subcostal
Nerf iliohypogastrique
Nerf ilio-inguinal
Nerf latéral cutané
de la cuisse
Nerf fémoral
Nerf génitofémoral
Nerf obturateur
Nerf subcostal (T12)
Muscle grand psoas
Nerf iliohypogastrique (L1)
Nerf ilio-inguinal (L1)
Nerf génitofémoral (L1, L2)
Muscle iliaque
Nerf cutané latéral
de la cuisse (L2, L3)
Nerf fémoral (L2 à L4)
Nerf obturateur (L2 à L4)
Troncs
lombosacraux (L4, L5)

Fig. 9.10.
Plexus lombal dans la région abdominale postérieure.

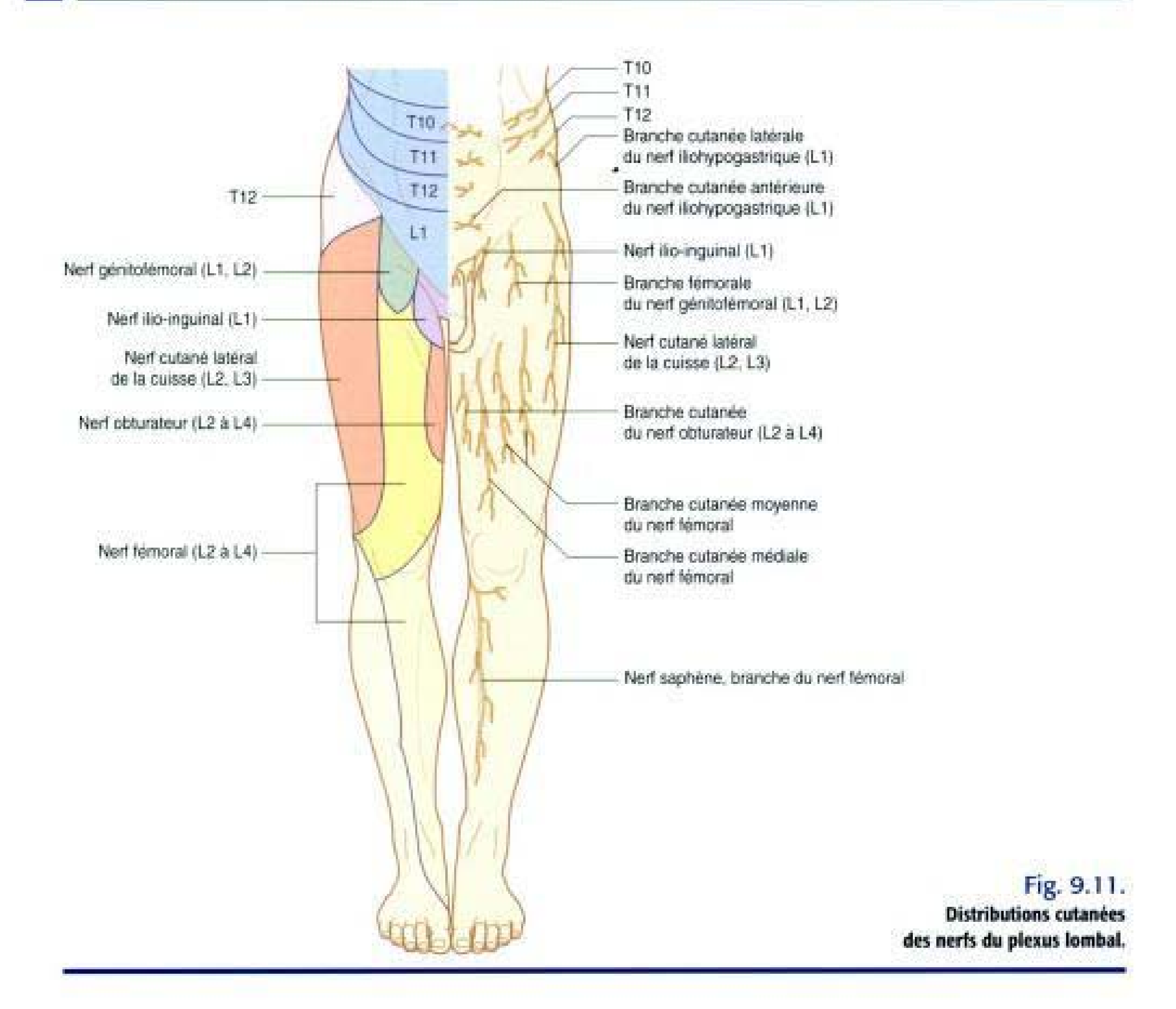


Fig. 9.11.
Distributions cutanées des nerfs du plexus lombal.

Nerf ischiatique

Le nerf sciatique (L4-S3) se divise en nerf tibial (L4-S3) et en nerf fibulaire commun (L4-S2), assurant l'innervation du membre inférieur.

B. Nerfs crâniens

1. Définitions

■ *Les nerfs I, très courts, se projettent sur le bulbe olfactif depuis la muqueuse olfactive.*

Les nerfs crâniens sont des nerfs périphériques innervant principalement la tête et le cou. Il existe *douze paires de nerfs crâniens* (fig. 9.14) :

- nerf olfactif : nerf I ;
- nerf optique : nerf II ;
- nerf oculomoteur : nerf III et nerf oculomoteur accessoire ;
- nerf trochléaire : nerf IV ;
- nerf trijumeau : nerf V ;
- nerf abducens : nerf VI ;

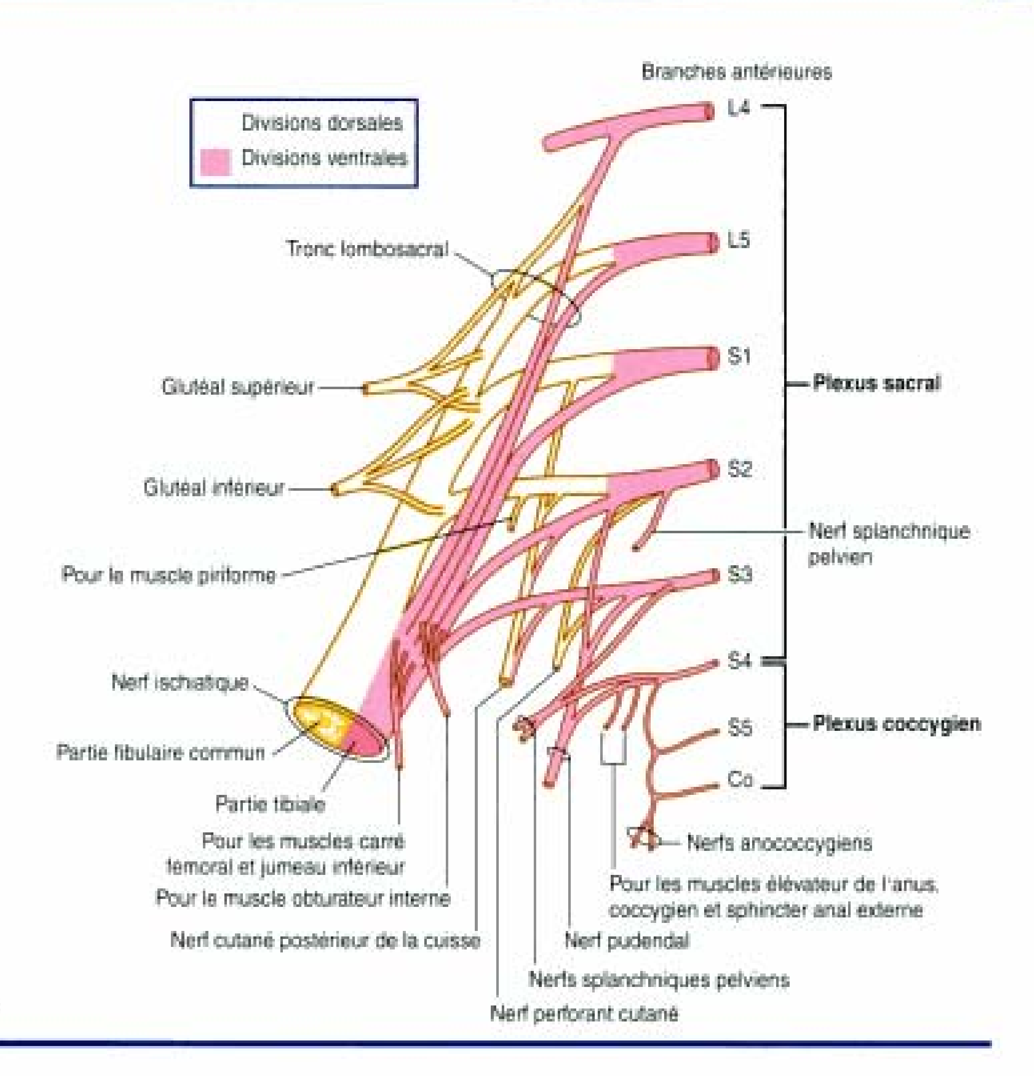


Fig. 9.12.
Constituants et branches des plexus sacral et coccygien.

- nerf facial : nerf VII et nerf intermédiaire dit de Wrisberg (VII*bis*) ;
- nerf vestibulocochléaire, ou auditif : nerf VIII ;
- nerf glossopharyngien : nerf IX ;
- nerf vague : nerf X ;
- nerf accessoire, ou spinal : nerf XI ;
- nerf hypoglosse : nerf XII.

On distingue cinq grands types de nerfs crâniens :

- nerfs sensoriels : nerfs I, II, VII*bis*, VIII ;
- nerfs moteurs :
  - moteurs purs : nerfs IV, VI, XI, XII,
  - moteurs végétatifs : nerfs III, VII ;
- nerfs sensitifs :
  - sensitif pur : racine sensitive du V,
  - sensitif végétatif : VII*bis* ;
- nerfs végétatifs (viscéraux) ;
- nerfs mixtes (qui peuvent être somitiques, dérivés des somites, ou branchiaux, dérivés des arcs branchiaux) :
  - sensitivomoteurs : nerf V,
  - sensitivomoteur, sensoriel et végétatif : nerfs IX, X.

Nerf glutéal supérieur
Tronc lombosacral
Nerf du muscle piriforme
L4
L5
Nerfs splanchniques pelviens (parasympathiques de S2 à S4)
S1
S2
S3
S4
Nerf perforant cutané
Nerf cutané postérieur de la cuisse
Nerf glutéal inférieur
Nerf ischiatique
Plexus coccygien
Nerf obturateur (du plexus lombal)
Nerf de l'obturateur interne et du jumeau supérieur
Nerfs anococcygiens
Nerf du carré fémoral et du jumeau inférieur
Nerf pudendal
Nerfs pour le coccygien, l'élévateur de l'anus et le sphincter anal externe

Fig. 9.13.
Plexus sacral et coccygien.

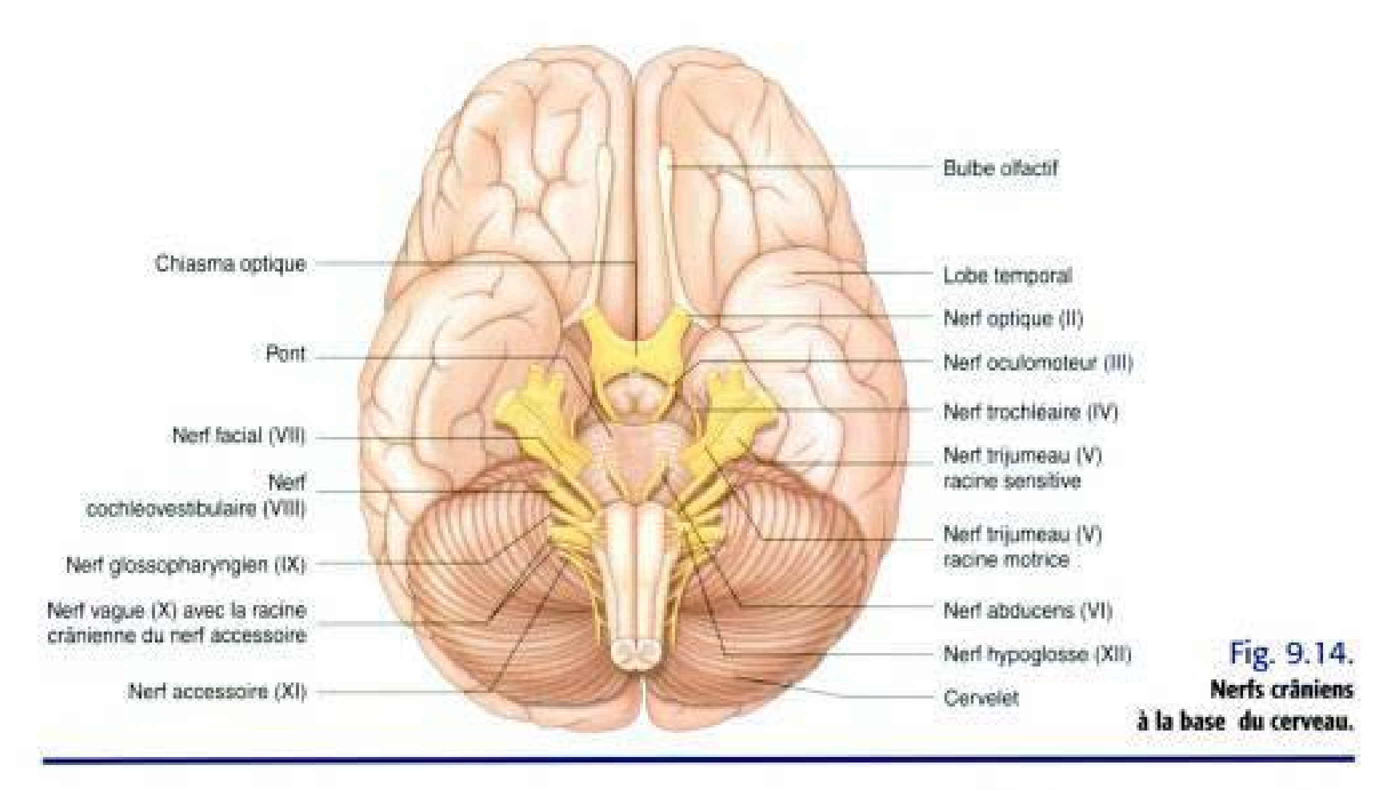


Fig. 9.14.
Nerfs crâniens à la base du cerveau.

2. Origine réelle des nerfs crâniens

Les *noyaux des nerfs crâniens*, hormis le I et le II, sont répartis le long de *colonnes* situées sur toute la hauteur du tronc cérébral (fig. 9.15), principalement dans la moelle allongée et le pont en regard de la fosse rhomboïde et dans le mésencéphale pour le III et le IV :

- la première colonne, somatomotrice, la plus médiale, se situe dans le prolongement de la corne antérieure de la moelle. Elle présente rostrocaudalement les noyaux des nerfs III, IV, VI et XII ;
- la deuxième colonne, branchiomotrice, prolonge la tête de la corne antérieure de la moelle en avant et en dehors d'elle. Elle présente rostrocaudalement les noyaux des nerfs V moteur, VII, et le noyau ambigu (composé des corps cellulaires des nerfs IX, X et XI) ;
- la troisième colonne, viscéromotrice, prolongement de la zone juxta-épendymaire de la moelle, contient rostrocaudalement les noyaux parasympathiques des nerfs III accessoire, VII (noyau salivaire supérieur et lacrymal), IX (noyau salivaire inférieur) et X ;

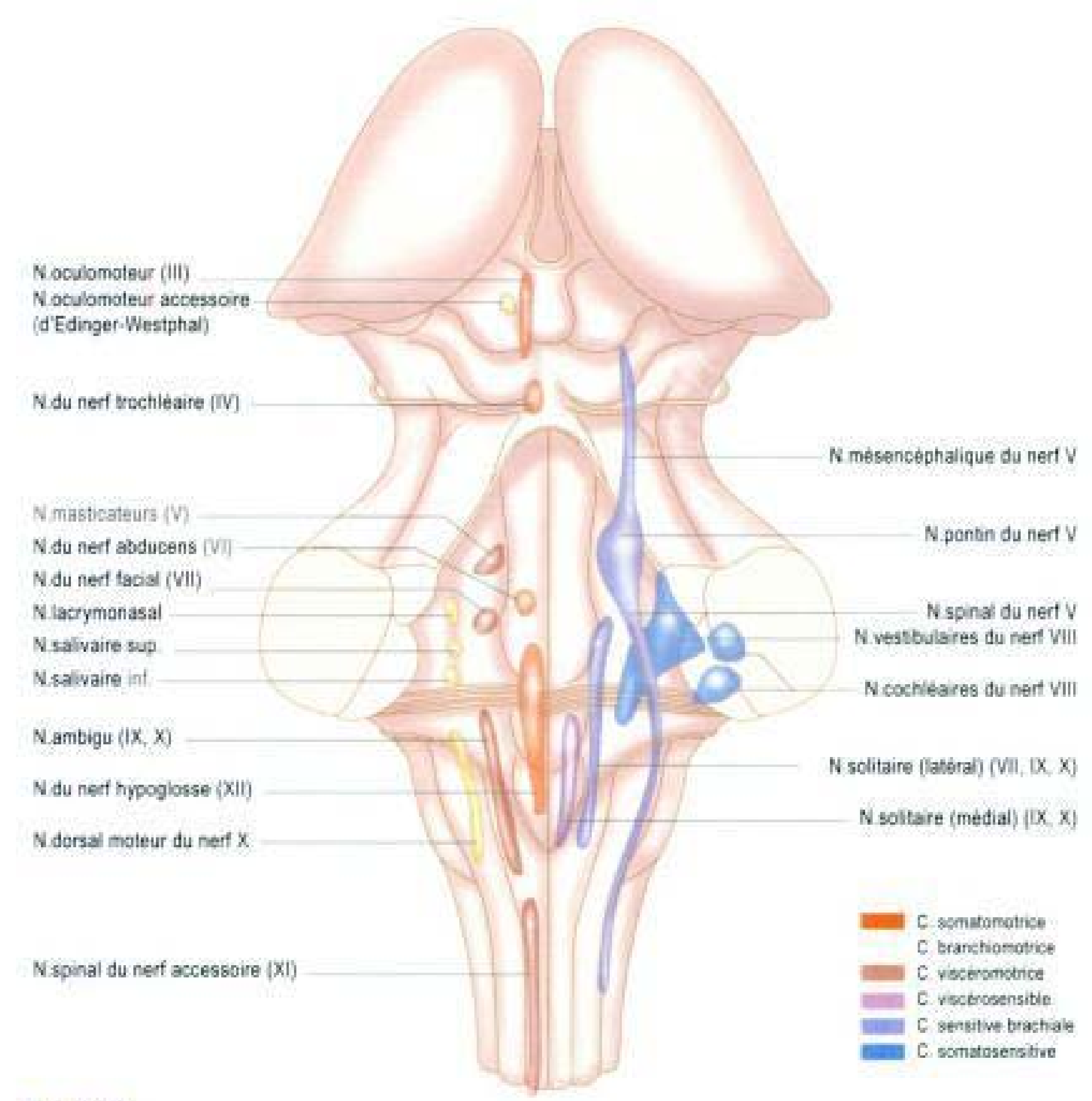


Fig. 9.15.
Vue postérieure du tronc cérébral (plancher du quatrième ventricule) avec colonnes (C) des noyaux (N) des nerfs crâniens.

- la quatrième colonne, viscérosensitive, prolongement de la zone juxta-épendymaire de la moelle, comprend la partie médiale du noyau solitaire (noyaux végétatifs des nerfs IX et X) ;
- la cinquième colonne, sensitive brachiale, prolonge la tête de la corne postérieure de la moelle, elle contient rostrocaudalement les noyaux du nerf V sensitif (noyau mésencéphalique, noyau principal, ou pontin, noyau spinal), et la partie latérale du noyau solitaire (corps cellulaires des nerfs VII*bis*, IX et X) ;
- la sixième colonne, la plus latérale est somatosensitive. Elle contient les noyaux vestibulaires et cochléaires du nerf VIII.

Les deux premières paires des nerfs crâniens sont des expansions directes du système nerveux central :

- le nerf I naît de la réunion de trois racines au niveau de l'espace perforé antérieur ;
- le nerf II naît au niveau de l'œil de la convergence des axones ganglionnaires qui, après avoir traversé la lame criblée de la sclère et la choroïde, forment entourés par une gaine méningée le départ du nerf optique.

3. Origine apparente, trajet, terminaison

À l'exception des deux premières paires des nerfs crâniens, les origines apparentes des nerfs crâniens sont situées dans le tronc cérébral (fig. 9.14). Ils empruntent tous un foramen ou un canal de la base du crâne pour quitter le crâne.

4. Fonctions

- Nerf olfactif (nerf I) : olfaction.
- Nerf optique (nerf II) : vision.
- Nerf oculomoteur (nerf III) :
  - partie motrice ; musculature extrinsèque du globe oculaire : élévation (muscle droit supérieur), abaissement (muscle droit inférieur), obliquité (muscle oblique inférieur), adduction (muscle droit médial), élévation de la paupière supérieure (muscle élévateur de la paupière supérieure,
  - partie végétative ; musculature intrinsèque de l'œil : myosis (muscle constricteur de la pupille), accommodation (muscle circonférentiel du corps ciliaire).

■ *Une atteinte du III se traduit par un ptosis (chute de la paupière supérieure), une paralysie de l'adduction avec strabisme externe, de la verticalité, une mydriase (dilatation de la pupille), une diplopie (vision double) verticale et horizontale.*

- Nerf trochléaire (nerf IV) : musculature extrinsèque du globe oculaire (innerve le muscle oblique supérieur).
- Nerf trijumeau (nerf V) :
  - partie sensitive :
    - nerf ophtalmique dit de Willis : sensibilité de la partie supérieure de la face,
    - nerf maxillaire : sensibilité de la partie moyenne de la face,
    - nerf mandibulaire : sensibilité de la partie externe et inférieure de la face,
  - partie motrice : les fibres motrices du nerf trijumeau rejoignent le nerf mandibulaire et innervent les muscles masticateurs, les muscles du plancher de la bouche et les muscles de la trompe auditive.

■ *Une atteinte du VII se traduit par une paralysie de l'hémiface touchant à la fois ses territoires supérieur et inférieur, ce qui la distingue d'une paralysie faciale centrale où seul le territoire inférieur de l'hémiface est touché.*

- Nerf abducens (nerf VI) : musculature extrinsèque du globe oculaire (abduction : innerve le muscle droit latéral).
- Nerf facial (nerfs VII et VII*bis*) :
  - partie motrice : nerf de l'expression faciale innervant les muscles de l'hémiface ainsi que les muscles platysma, stylohyoïdien, le ventre postérieur du muscle digastrique et le muscle stapédien de l'oreille moyenne,
  - partie sensorielle : gustation (deux tiers antérieurs de la langue),
  - partie sensitive : sensibilité du pavillon de l'oreille, du tympan et du méat acoustique externe,
  - partie végétative : sécrétions lacrymales et nasales.
- Nerf vestibulocochléaire, ou auditif (nerf VIII) : audition et équilibre.
- Nerf glossopharyngien (nerf IX) :
  - partie motrice : motricité bucopharyngée (innerve les muscles constricteurs supérieurs du pharynx),
  - partie sensorielle : gustation (tiers postérieur de la langue),
  - partie sensitive :
    - réflexe nauséeux et de déglutition : sensibilité du pharynx, des amygdales et du voile du palais,
    - sensibilité de l'oreille et du conduit auditif externe,
  - partie végétative : parotide, baro- et chémorécepteurs du sinus carotidien (régulation de la tension artérielle).
- Nerf vague (nerf X) :
  - partie motrice :
    - motricité bucopharyngée (innerve les muscles constricteurs moyen et inférieurs du pharynx),
    - motricité laryngée (innerve le voile du palais, le larynx),
  - partie sensorielle : gustation (base de la langue et épiglotte),
  - partie sensitive : innervation de la dure-mère de l'étage postérieur de la base du crâne (rameau méningé), de la partie inférieure et postérieure du conduit auditif externe et du quadrant antérosupérieur du pavillon de l'oreille (rameau auriculaire), sensibilité de la trachée, de l'œsophage et de l'épiglotte (plexus pharyngien après anastomose avec des fibres du nerf glossopharyngien et du sympathique), sensibilité du larynx au-dessus des cordes vocales (nerf laryngé supérieur) sensibilité du larynx au-dessous des cordes vocales (nerf récurent),
  - partie végétative : innervation parasympathique de tous les organes thoracoabdominaux jusqu'aux deux tiers droits du côlon transverse.
- Nerf accessoire, anciennement spinal (nerf XI) : innervation du muscle trapèze et du muscle sternocléidomastoïdien.
- Nerf hypoglosse (nerf XII) : motricité de l'hémilangue homolatérale.

III. Système nerveux autonome

A. Définitions

Le système nerveux autonome (ou viscéral, ou végétatif) comprend deux contingents antagonistes : *sympathique* et *parasympathique*. Ils régulent les appareils de la vie végétative inconsciente.

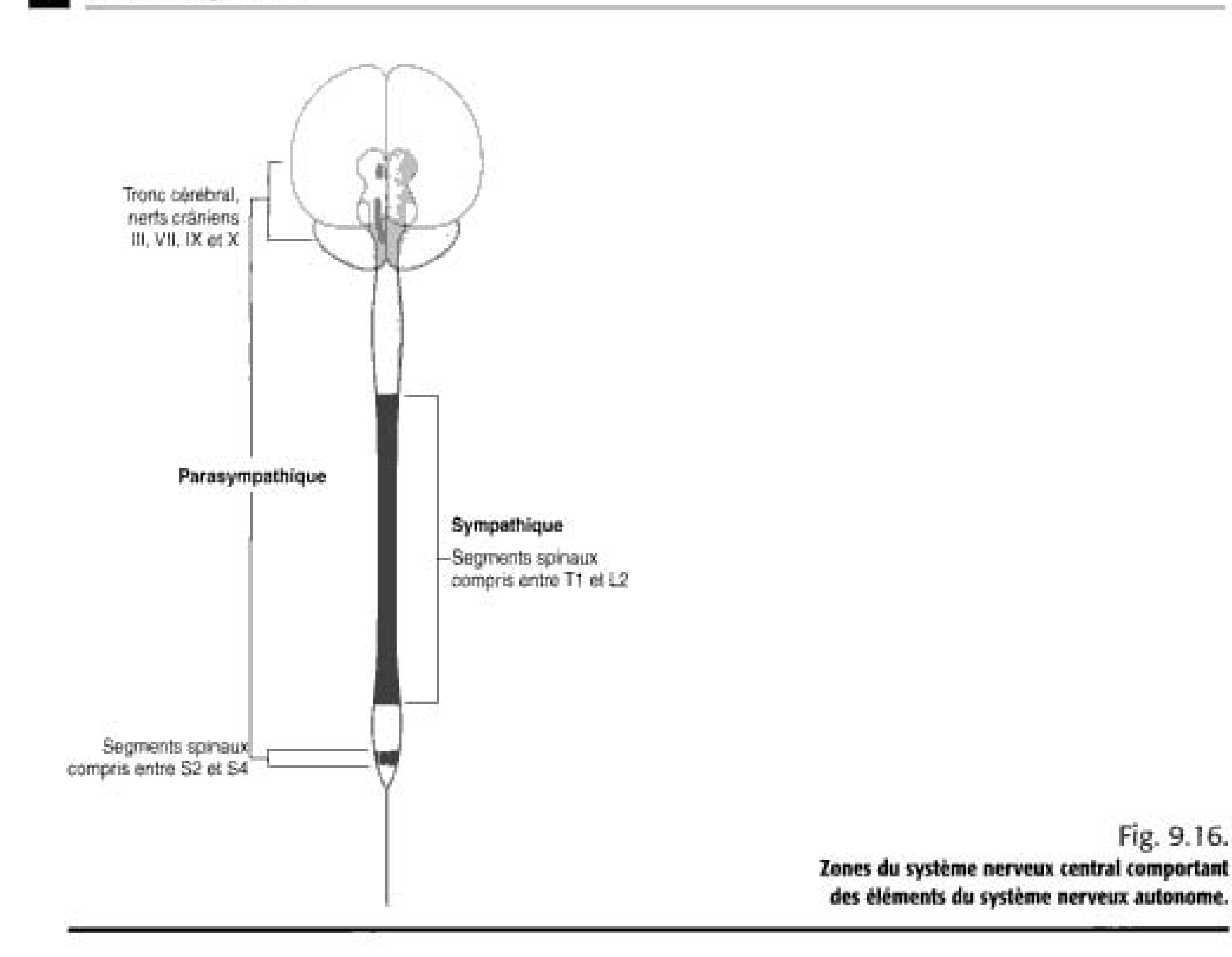


Fig. 9.16.
Zones du système nerveux central comportant des éléments du système nerveux autonome.

Chaque système nerveux autonome sympathique et parasympathique comprend trois parties :
- des centres nerveux végétatifs, situés dans le système nerveux central (fig. 9.16) ;
- des voies végétatives appartenant au système nerveux périphérique ;
- des ganglions végétatifs appartenant au système nerveux périphérique.

B. Système nerveux sympathique

1. Constitution

Les neuromédiateurs du système nerveux sympathique sont l'adrénaline et la noradrénaline.
On distingue deux grands types de fibres sympathiques :
- les fibres sympathiques motrices ;
- les fibres sympathiques sensitives.

a. *Fibres sympathiques motrices*

▸ Centres nerveux végétatifs

Les centres nerveux du système nerveux sympathique sont situés au niveau de la corne latérale de la moelle thoracique sur les métamères T1 à L2.

▸ Voies végétatives

On distingue :

- les *neurones préganglionnaires*, courts, qui font synapse avec un neurone postganglionnaire dans un ganglion du tronc sympathique paravertébral situé le long de la colonne vertébrale : les axones des cellules nerveuses sympathiques cheminent dans la racine ventrale de la moelle en empruntant les nerfs spinaux. Ils sortent des nerfs spinaux en formant les *rameaux communicants blancs* : ces nerfs – myélinisés, d'où leur nom – relient le nerf spinal à la chaîne ganglionnaire du tronc sympathique. Ils sont exclusivement situés au niveau thoracique, correspondant aux segments médullaires et aux nerfs spinaux de T1 à L2 ;
- les *neurones postganglionnaires*, longs, qui se terminent au niveau des organes.

▸ Ganglions végétatifs

Il existe deux chaînes ganglionnaires sympathiques (fig. 9.17 et 9.18) :

- le *tronc sympathique paravertébral* (ou chaîne latérovertébrale), situé de part et d'autre de la colonne vertébrale, en avant des processus trans-

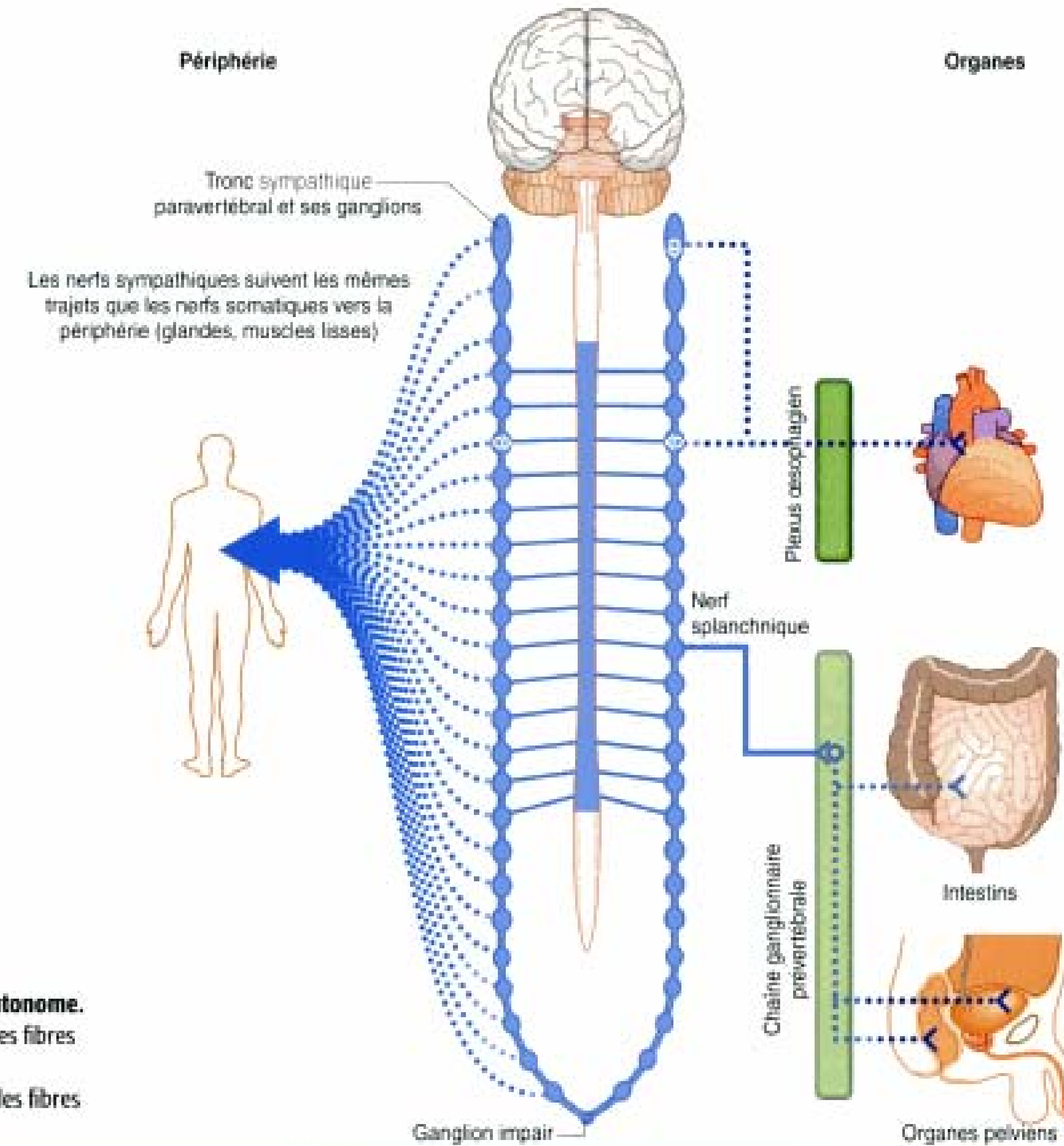


Fig. 9.17.
Partie sympathique du système nerveux autonome.
En trait continu : trajet des fibres préganglionnaires.
En trait pointillé : trajet des fibres postganglionnaires.

verses des vertèbres : il est formé d'une série de ganglions étagés – sympathique cervical (trois ganglions : cervical supérieur, moyen et ganglion cervicothoracique), thoracique (dix ou onze ganglions), lombal (quatre ganglions) et sacral (quatre ganglions) – unis entre eux par des rameaux interganglionnaires. C'est le lieu de transit obligé des fibres sympathiques vers les viscères et glandes de la tête et du cou, du thorax, de l'abdomen et du pelvis, ainsi que des fibres sympathiques vers les régions somatiques périphériques ;

- la *chaîne prévertébrale* (ou chaîne préviscérale), située de part et d'autre de l'aorte abdominale à l'intérieur d'un plexus nerveux dense : elle est reliée au tronc paravertébral par les *nerfs splanchniques*, et contient les *ganglions préviscéraux*, situés près des viscères. On distingue le groupe ganglionnaire supérieur (ganglions cœliaques ou semi-lunaires rejoints

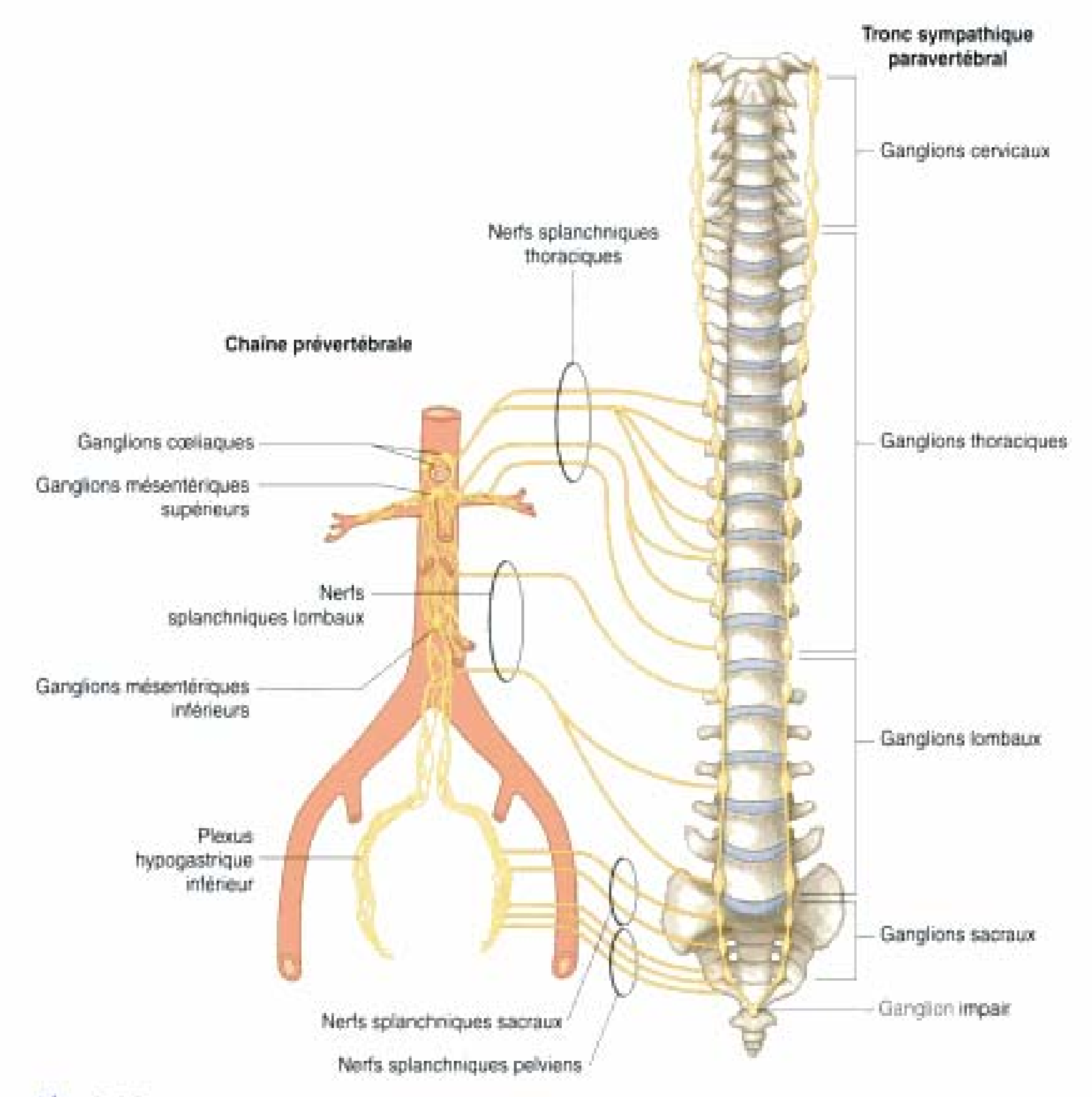


Fig. 9.18.
Chaînes ganglionnaires sympathiques et nerfs splanchniques.
Les nerfs splanchniques thoraciques, lombaux et sacraux relient les ganglions du tronc sympathique paravertébral aux ganglions préviscéraux de la chaîne prévertébrale.
En caudal, les nerfs splanchniques pelviens sont aussi représentés : contrairement aux nerfs splanchniques des étages supérieurs qui cheminent via le tronc paravertébral, ils émergent directement des nerfs spinaux sacraux ; ils constituent un contingent parasympathique.

par le nerf grand splanchnique), les ganglions mésentériques supérieur et inférieur, les plexus hypogastriques supérieur et inférieur.

Le rôle des ganglions préviscéraux est de rassembler les fibres nerveuses sympathiques et parasympathiques, aux effets antagonistes, pour les distribuer conjointement aux viscères de proximité :

– Le groupe ganglionnaire supérieur est à la fois un relais du contingent de fibres sympathiques des nerfs splanchniques thoraciques et de branches viscérales parasympathiques du nerf vague (X) (*cf.* fig. 9.5).

– De même, le plexus hypogastrique inférieur reçoit des afférences sympathiques par les nerfs splanchniques sacraux et des afférences parasympathiques par les nerfs splanchniques pelviens.

Arrivés au ganglion sympathique correspondant du tronc paravertébral, les neurones préganglionnaires ont plusieurs possibilités :

- **1.** Le neurone préganglionnaire fait synapse directement dans ce ganglion avec le neurone postganglionnaire, dont l'axone forme alors le *rameau communicant gris* – non myélinisé, d'où son nom – (fig. 9.19) ; les rameaux communicants gris retournent aux nerfs spinaux, pour être distribués dans les régions somatiques du corps (innervation artérielle des membres et des parois du tronc) ;
- **2.** Le neurone préganglionnaire chemine le long du tronc paravertébral, par un trajet ascendant (vers les ganglions cervicaux) ou descendant (vers les ganglions lombaux inférieurs ou sacraux), et fait synapse à distance de son origine dans un autre ganglion avec le neurone postganglionnaire (fig. 9.20), qui rejoint, là aussi, le nerf spinal par un rameau communicant gris ;
- **3.** Le neurone préganglionnaire traverse le tronc paravertébral pour rejoindre la chaîne prévertébrale en formant un nerf splanchnique (fig. 9.18 et *cf.* fig. 9.5, en bas), qui fera synapse dans un ganglion préviscéral de la chaîne prévertébrale avec un neurone postganglionnaire dont l'axone se terminera dans le viscère à innerver ;

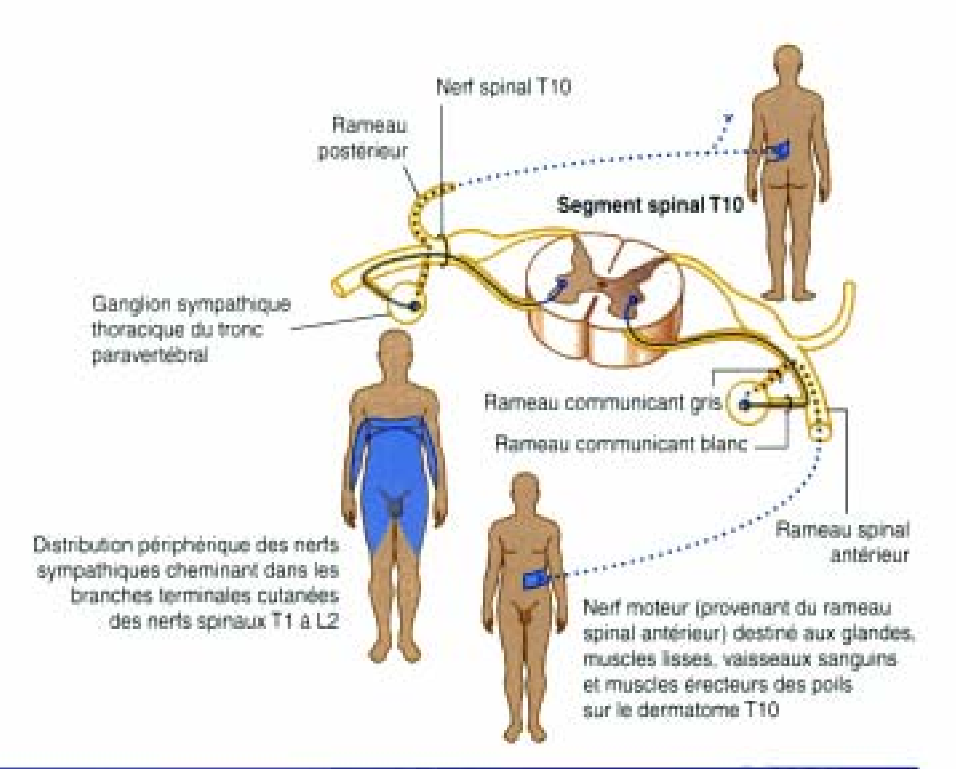


Fig. 9.19.
Trajet des fibres sympathiques vers la périphérie par le nerf spinal de leur propre niveau d'émergence de la moelle spinale.
En trait continu : trajet des neurones préganglionnaires. En trait pointillé : trajet des neurones postganglionnaires.

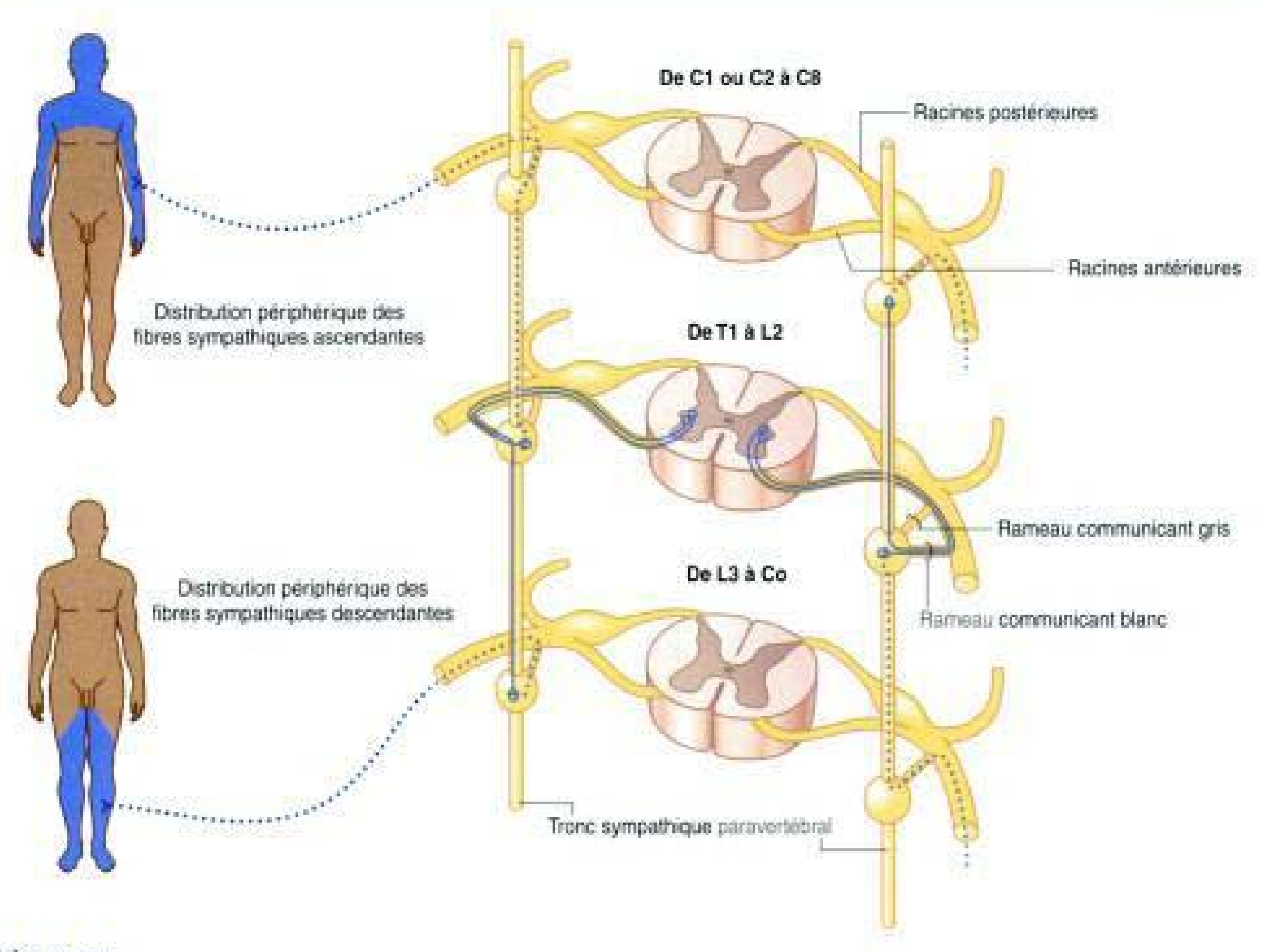


Fig. 9.20.
Trajet des fibres sympathiques vers la périphérie empruntant d'autres nerfs spinaux que ceux du niveau d'émergence de la moelle spinale.
En trait continu : trajet des neurones préganglionnaires. En trait pointillé : trajet des neurones postganglionnaires.

- **4.** Aux niveaux des ganglions cervicaux et des premiers ganglions thoraciques du tronc paravertébral, le neurone préganglionnaire peut faire synapse (directement ou après cheminement ascendant) avec des neurones moteurs qui émergent *directement* du ganglion sans retour au nerf spinal par un rameau gris. Ces fibres s'associent en nerfs sympathiques pour innerver, en plexus, les organes thoraciques tels que le cœur (fig. 9.17 et *cf.* fig. 9.5, à droite).

b. *Fibres sympathiques sensitives*

Les fibres sympathiques sensitives (fibres afférentes) montent via les nerfs splanchniques. Leur corps cellulaire se situe dans le ganglion spinal. Elles atteignent la corne postérieure de la moelle via la racine *postérieure* du nerf spinal.

La douleur projetée

▶ Il faut noter que, dans la corne postérieure de la moelle spinale, les fibres sympathiques sensitives font synapse avec un interneurone où viennent aussi faire synapse les voies sensitives somatiques (issus des territoires cutanés), d'où une possible *convergence* à ce niveau entre les sensibilités viscérale et cutanée, ce qui explique le phénomène de ▶

▸ douleur projetée : douleur ressentie dans un territoire cutané mais déclenchée dans un viscère (correspondant au même segment spinal).

▸ L'interneurone fait ensuite localement synapse avec un neurone du faisceau spinothalamique, voie ascendante des sensations thermiques et douloureuses.

2. Fonction

Le système nerveux sympathique est responsable de toutes les activités inconscientes de l'organisme : rythme cardiaque, contraction des muscles lisses… Ces fonctions permettent de préparer le corps humain à l'action, notamment en réponse à un stress ou une menace
En cas d'activation du système sympathique, on peut noter :

- une mydriase (dilatation de la pupille) ;
- une tachycardie (augmentation de la fréquence cardiaque) ;
- une vasoconstriction périphérique (augmentation de la pression artérielle) ;
- un ralentissement du péristaltisme (mouvements intestinaux).

C. Système nerveux parasympathique

1. Constitution

Le neuromédiateur du système parasympathique est l'acétylcholine.

▸ Centres nerveux végétatifs

Les centres nerveux du système nerveux parasympathique sont situés (fig. 9.21) :

- dans le tronc cérébral : *noyaux étagés du parasympathique crânien*, dont le noyau cardio-pneumo-entérique à l'origine du nerf vague (X) ; ces noyaux sont en relation avec l'hypothalamus ;
- à la portion caudale du renflement lombal de la moelle spinale : *noyau du parasympathique pelvien*. Les cellules nerveuses se trouvent dans la partie centrale de la moelle, disposées en deux colonnes parallèles, intermédiomédiale et intermédiolatérale, et vont donner naissance à des axones rejoignant le plexus sacral et le nerf pudendal médial par les racines S2-S4 puis s'en détachant pour former les nerfs splanchniques pelviens.

▸ Voies végétatives

Au niveau du tronc cérébral, les fibres des noyaux du parasympathique crânien cheminent dans les nerfs crâniens (nerf III, nerf VII, nerf IX, nerf X) pour atteindre les ganglions préviscéraux de la tête et du cou. Le nerf X, émergeant du foramen jugulaire, est le principal nerf du système parasympathique.
Au niveau du renflement lombal, les fibres des noyaux du parasympathique pelvien se rendent, par le plexus sacral puis les nerfs splanchniques pelviens, au plexus hypogastrique inférieur et dans les petits ganglions des divers plexus des organes pelviens (vessie, rectum, organes génitaux).
Une fois la synapse effectuée, le neurone postganglionnaire se rend directement vers son organe effecteur.

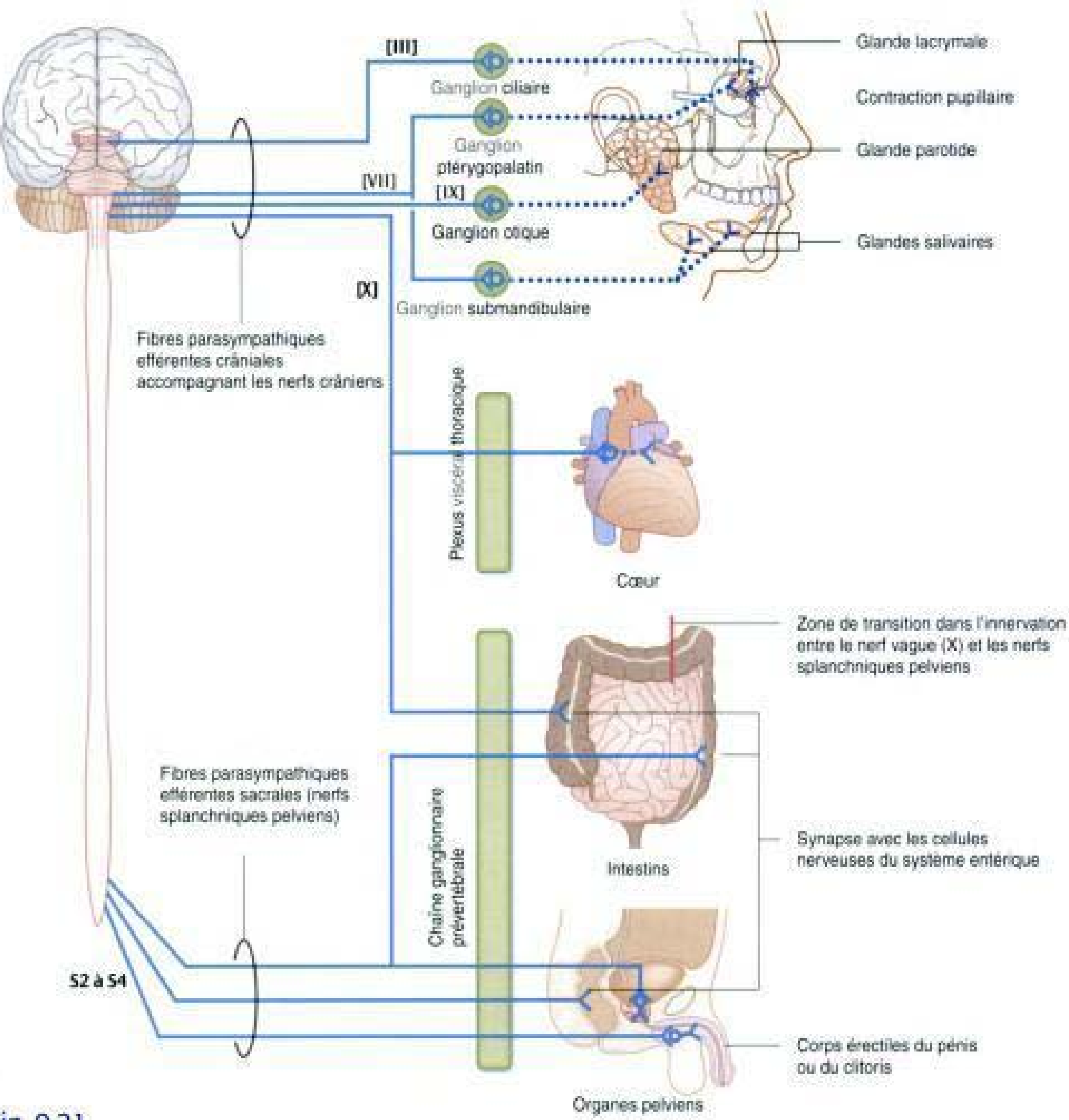


Fig. 9.21.
Contingent parasympathique du système nerveux autonome appartenant au système nerveux périphérique.

Ganglions végétatifs

Les ganglions du système parasympathique (fig. 9.21) sont :

- le ganglion ciliaire ;
- le ganglion ptérygopalatin ;
- le ganglion submandibulaire ;
- le ganglion sublingual ;
- le ganglion otique ;
- les ganglions des viscères abdominaux situés dans la paroi abdominale ;
- le ganglion du plexus hypogastrique au niveau du petit bassin.

2. Fonction

Le système nerveux parasympathique est responsable de la mise au repos des organes et de la stimulation du système digestif.
Le système parasympathique contrebalance les effets du système nerveux sympathique en ralentissant la fréquence cardiaque, en dilatant les vaisseaux sanguins et en contractant les fibres des muscles lisses involontaires.
En cas d'activation du système parasympathique, on peut noter :

- un myosis (contraction de la pupille) ;
- une bradychardie (diminution de la fréquence cardiaque) ;
- une vasodilatation périphérique (diminution de la pression artérielle) ;
- une accélération du péristaltisme (mouvements intestinaux).

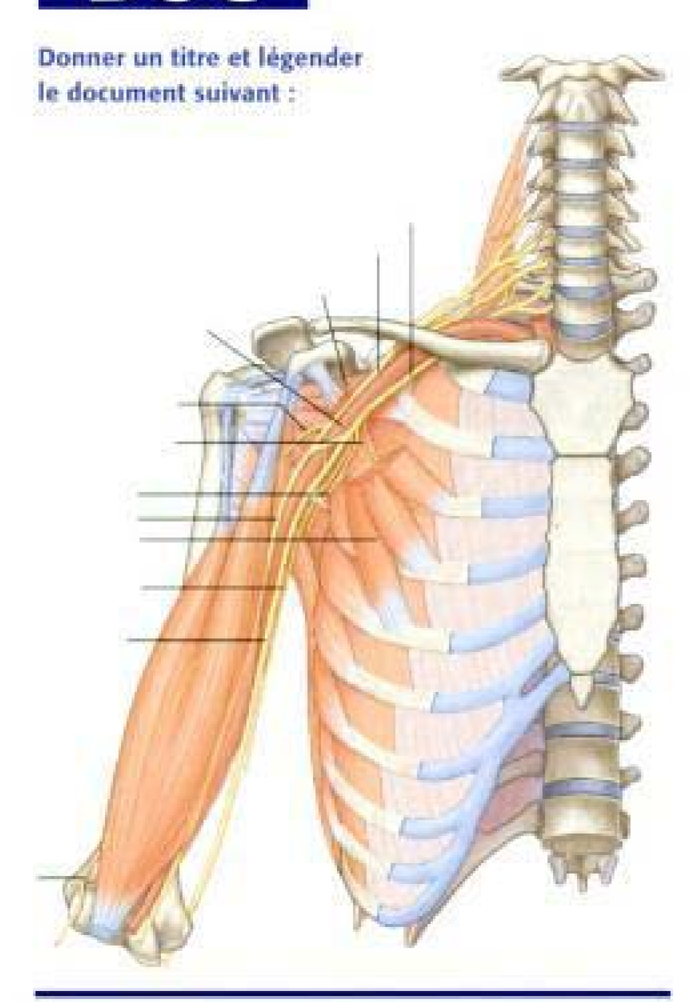
POINTS CLÉS

- Le système nerveux périphérique est constitué par les nerfs (spinaux et crâniens), les plexus et les ganglions qui relient le système nerveux central aux effecteurs et récepteurs de l'organisme.
- Le système nerveux somatique est formé par les nerfs spinaux, crâniens et les plexus.
- Le système nerveux autonome est formé par le système sympathique et le système parasympathique.

ENTRAÎNEMENT

DOC

Donner un titre et légender le document suivant :



QCM

1. Le plexus cervical :

- ❑ **A.** Est formé par l'anastomose des cinq premiers rameaux ventraux des racines cervicales.
- ❑ **B.** Donne des branches sensitives terminales pour la région occipitale, auriculaire, cervicale et supraclaviculaire.
- ❑ **C.** Comporte des branches anastomotiques avec le système parasympathique, les nerfs XI et XII.
- ❑ **D.** Donne le nerf récurrent.
- ❑ **E.** Donne le nerf phrénique.

2. Concernant le plexus brachial :

- ❑ **A.** Le faisceau postérieur est formé par la division postérieure des trois troncs.
- ❑ **B.** Le faisceau latéral est formé par les divisions antérieures des troncs supérieur et inférieur.
- ❑ **C.** Le faisceau médial est formé par la division antérieure du tronc inférieur.
- ❑ **D.** Le nerf radial vient du faisceau latéral.
- ❑ **E.** Le nerf médian vient des faisceaux médial et latéral.

3. Concernant le plexus lombal :

- ❑ **A.** Le nerf iliohypogastrique et le nerf ilio-inguinal naissent de L1.
- ❑ **B.** Le nerf cutané latéral de la cuisse naît de L2 et émerge au bord latéral du muscle psoas majeur.
- ❑ **C.** Le nerf génitofémoral naît de L3 et émerge au bord antérieur du muscle psoas majeur.
- ❑ **D.** Le nerf fémoral naît de L2-L3.
- ❑ **E.** Le nerf obturateur naît de L2-L3-L4.

4. Concernant le plexus sacral :

- ❑ **A.** Il est constitué de fibres venant des racines S1, S2, S3 et du tronc lombosacral.
- ❑ **B.** Le tronc lombosacral est constitué par L3 et une anastomose de L5.
- ❑ **C.** Les racines sacrales et le tronc lombosacral convergent vers le foramen sciatique pour fusionner.
- ❑ **D.** Les nerfs de l'obturateur interne, du glutéal supérieur et inférieur sortent au-dessus du muscle piriforme.
- ❑ **E.** Le nerf sciatique est la branche terminale du plexus sacral.

5. Concernant les nerfs crâniens :

- ❑ **A.** Le nerf olfactif est la deuxième paire crânienne.
- ❑ **B.** Le nerf optique naît au niveau de l'œil.
- ❑ **C.** Le nerf oculomoteur sort du tronc cérébral à l'étage mésencéphalique.
- ❑ **D.** Le nerf trochléaire innerve le muscle oblique inférieur de l'œil.
- ❑ **E.** Le nerf trijumeau sort du tronc cérébral à l'étage pontique.

6. Concernant les nerfs crâniens :

- ❑ **A.** Le nerf abducens innerve le muscle droit latéral de l'œil.
- ❑ **B.** Le nerf facial se termine dans la parotide.
- ❑ **C.** Le nerf auditif contient un contingent cochléaire et vestibulaire.
- ❑ **D.** Le nerf glossopharyngien innerve le larynx.
- ❑ **E.** Le nerf vague sort du crâne par le foramen pétreux.

7. Concernant les nerfs crâniens :

- ❑ **A.** Le nerf vague est responsable de la motricité buccopharyngée.
- ❑ **B.** Le nerf spinal a une origine spinale et bulbaire.
- ❑ **C.** Le nerf spinal innerve les muscles trapèze et élévateur de la scapula.
- ❑ **D.** Le nerf hypoglosse sort du tronc cérébral à l'étage de la moelle allongée.
- ❑ **E.** Le nerf hypoglosse innerve l'hémilangue controlatérale.

8. Concernant le système autonome sympathique :

- ❑ **A.** Les centres nerveux du système nerveux sympathique sont situés au niveau de la corne antérieure de la moelle dorsale et lombale.
- ❑ **B.** Les rameaux communicants blancs relient le nerf spinal au tronc sympathique paravertébral.
- ❑ **C.** Les rameaux communicants blancs sont exclusivement localisés au niveau de la moelle lombale.
- ❑ **D.** La chaîne prévertébrale est reliée au tronc prévertébral par les nerfs splanchniques.
- ❑ **E.** La chaîne prévertébrale est située de part et d'autre de l'aorte abdominale.

9. Concernant le système autonome parasympathique :

- ❑ **A.** Le neuromédiateur du système autonome parasympathique est l'adrénaline.
- ❑ **B.** Les centres nerveux du système nerveux parasympathique sont situés au niveau de la substance réticulée du tronc cérébral et du renflement lombal de la moelle.
- ❑ **C.** Au niveau du tronc cérébral, les fibres du système autonome parasympathique cheminent dans les nerfs I, II, III et X.
- ❑ **D.** Le nerf X est le principal nerf du système autonome parasympathique.
- ❑ **E.** Le système autonome parasympathique stimule le système digestif.

10. L'activation du système autonome parasympathique donne :

- ❑ **A.** Un myosis.
- ❑ **B.** Une tachycardie.
- ❑ **C.** Une baisse de la pression artérielle.
- ❑ **D.** Une accélération du péristaltisme.
- ❑ **E.** Une vasoconstriction périphérique.

QROC

1. Donner les branches de terminaison du faisceau postérieur du plexus brachial.
2. Donner les racines spinales constitutives du plexus brachial.
3. Citer les nerfs moteurs de l'œil.
4. Définir le système nerveux autonome.
5. Citer les grandes fonctions du système nerveux sympathique.
6. Citer les ganglions du système nerveux parasympathique.
7. Donner les branches de terminaison du plexus lombal.
8. Donner la constitution du plexus sacral.
9. Citer les nerfs crâniens dont les noyaux sont situés dans la colonne branchiomotrice du tronc cérébral.

Pour les corrections, se reporter à la page 301.

10 Organes sensoriels

Les informations du milieu qui nous entoure nous parviennent par les cinq sens qui regroupent la vue, l'audition et l'équilibre, l'olfaction, la gustation et le toucher. Du fait de la localisation cutanée étendue des récepteurs sensoriels du toucher, seuls sont envisagés ici la vue, l'olfaction, la gustation ainsi que l'audition et l'équilibre, qui sont localisés au niveau de la tête et dépendent de nerfs crâniens.

I. Appareil de l'olfaction

L'olfaction consiste à capter les odeurs et à transmettre l'information olfactive jusqu'aux centres nerveux.

Les odeurs sont captées au niveau de la cavité nasale lors de la respiration, lors de l'ingestion d'aliments et de liquides. Les cellules réceptrices olfactives transmettent l'information au bulbe olfactif ; l'information est ensuite envoyée vers les centres corticaux, le système limbique mémoriel et l'hypothalamus.

A. Cavité nasale

La cavité nasale est une cavité médiane de la face, étroite et anfractueuse ; elle est divisée par le *septum nasal* en deux *fosses nasales* droite et gauche. Elle possède quatre parois : une cloison médiale, une paroi latérale, un toit et un plancher. La muqueuse olfactive est située sur la partie haute de la paroi latérale, au-dessus du cornet nasal supérieur ; elle est constituée d'une zone sensorielle dénommée *tache olfactive*. Le toit est formé par la *lame criblée de l'ethmoïde* qui laisse passer les *filets du nerf olfactif* (fig. 10.1). La muqueuse olfactive reçoit les filets nerveux olfactifs.

B. Nerf olfactif

Les nerfs olfactifs représentent la première paire de nerfs crâniens (I) ; ce sont les nerfs sensoriels de l'olfaction. Ils sont situés au niveau de l'étage antérieur du crâne sur la lame criblée de l'ethmoïde (fig. 10.1).

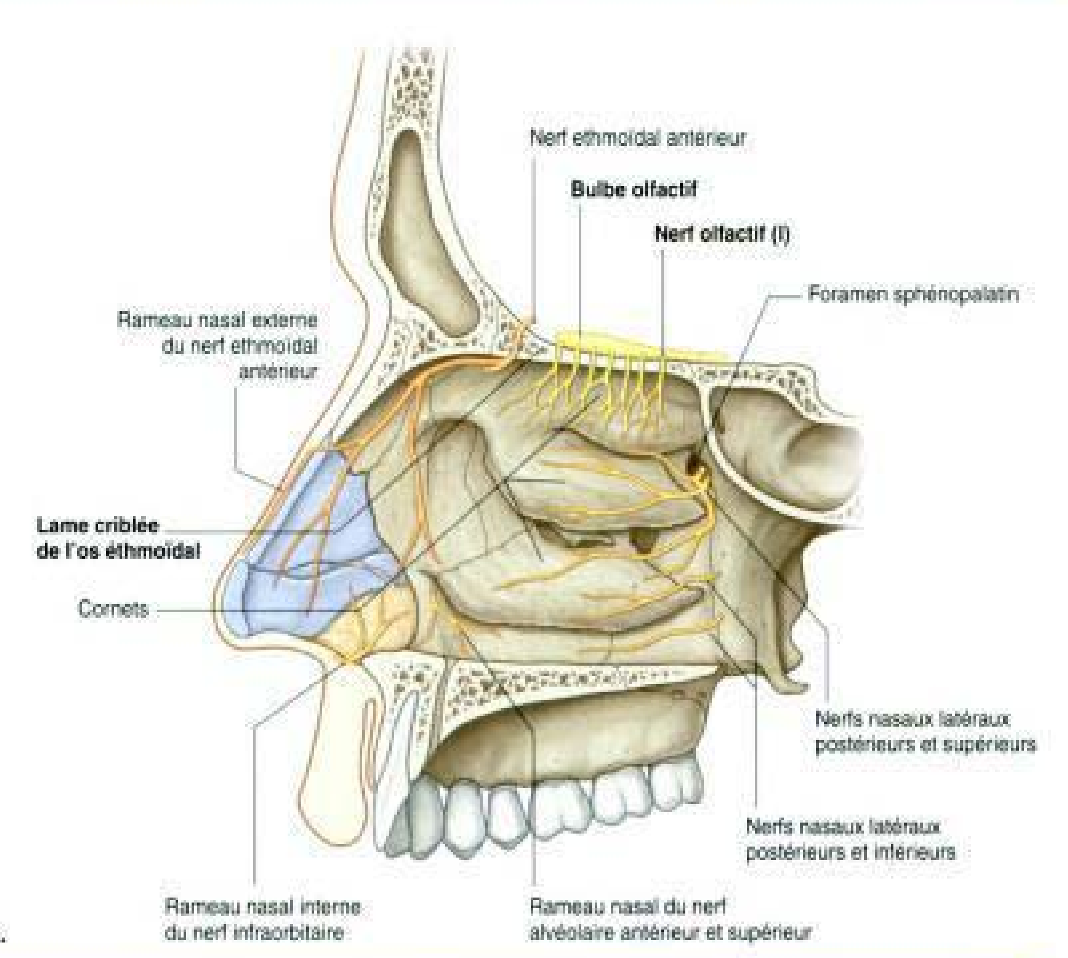


Fig. 10.1.
Cavité nasale. Vue latérale.

L'origine réelle du nerf est au niveau des cellules olfactives, situées dans la muqueuse olfactive, ou muqueuse pituitaire. La muqueuse olfactive est un neuroépithélium qui contient les cellules réceptrices olfactives. Les cellules réceptrices olfactives (ou cellules de Schultze) sont des neurones bipolaires dont les axones se rejoignent pour former les nerfs olfactifs. Ceux-ci traversent la lame criblée de l'os ethmoïdal sous forme de douze à vingt rameaux.

Les nerfs olfactifs prennent leur origine apparente au niveau du bulbe olfactif (fig. 10.2), formé des cellules mitrales ayant des synapses avec les axones des cellules olfactives. Le bulbe olfactif se continue par le tractus olfactif, situé sous le sillon olfactif, puis le trigone olfactif qui donne naissance aux stries olfactives intracéphaliques : deux stries blanches, une latérale jusqu'à l'uncus de l'hippocampe, et une médiale qui se termine au niveau de la face médiale du lobe frontal (rhinencéphale). Il donne aussi une strie grise, dite accessoire, jusqu'à l'espace perforé antérieur.

Bulbe, tractus, trigone et stries olfactives constituent le lobe olfactif antérieur.

Le nerf olfactif ne fournit aucune branche collatérale, ni anastomose. Son rôle est sensoriel pur pour l'olfaction.

C. Centres olfactifs

Les tractus olfactifs se terminent au niveau du rhinencéphale et du centre olfactif postérieur, ou espace perforé antérieur.

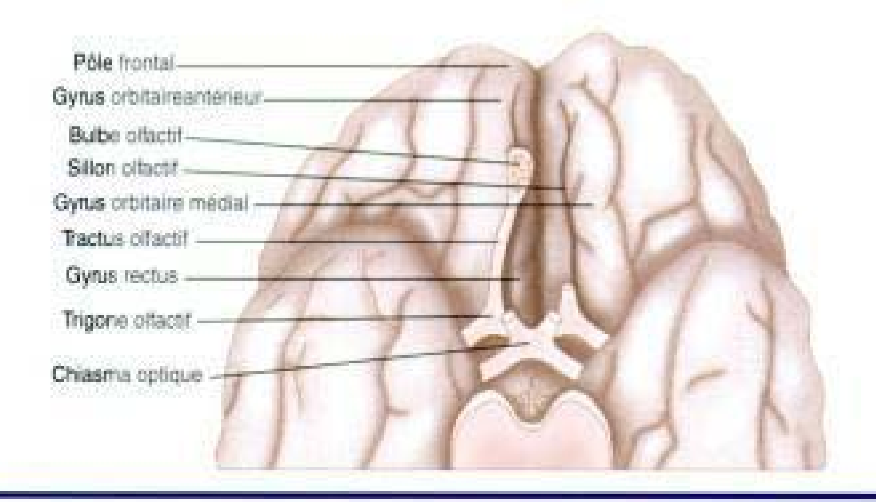


Fig. 10.2.
Rapports du bulbe olfactif à la face inférieure de l'hémisphère cérébral.

II. Appareil de la vision

L'appareil de la vision sert à recevoir et classer les informations visuelles au niveau du bulbe oculaire ou globe oculaire. Ces informations sont transmises par les voies optiques au cortex occipital où elles sont traitées et analysées. Sont décrits en premier lieu les deux *bulbes oculaires* qui constituent l'appareil sensoriel de la vue, puis les *annexes* qui l'entourent et jouent un rôle de mobilisation (les muscles oculomoteurs), de protection (les paupières) ou de glissement (le système lacrymal).

A. Bulbe oculaire

Le bulbe oculaire, ou globe oculaire, est l'organe récepteur sensoriel de la vision (fig. 10.3). Il est situé dans la cavité orbitaire (fig. 10.4) et il est

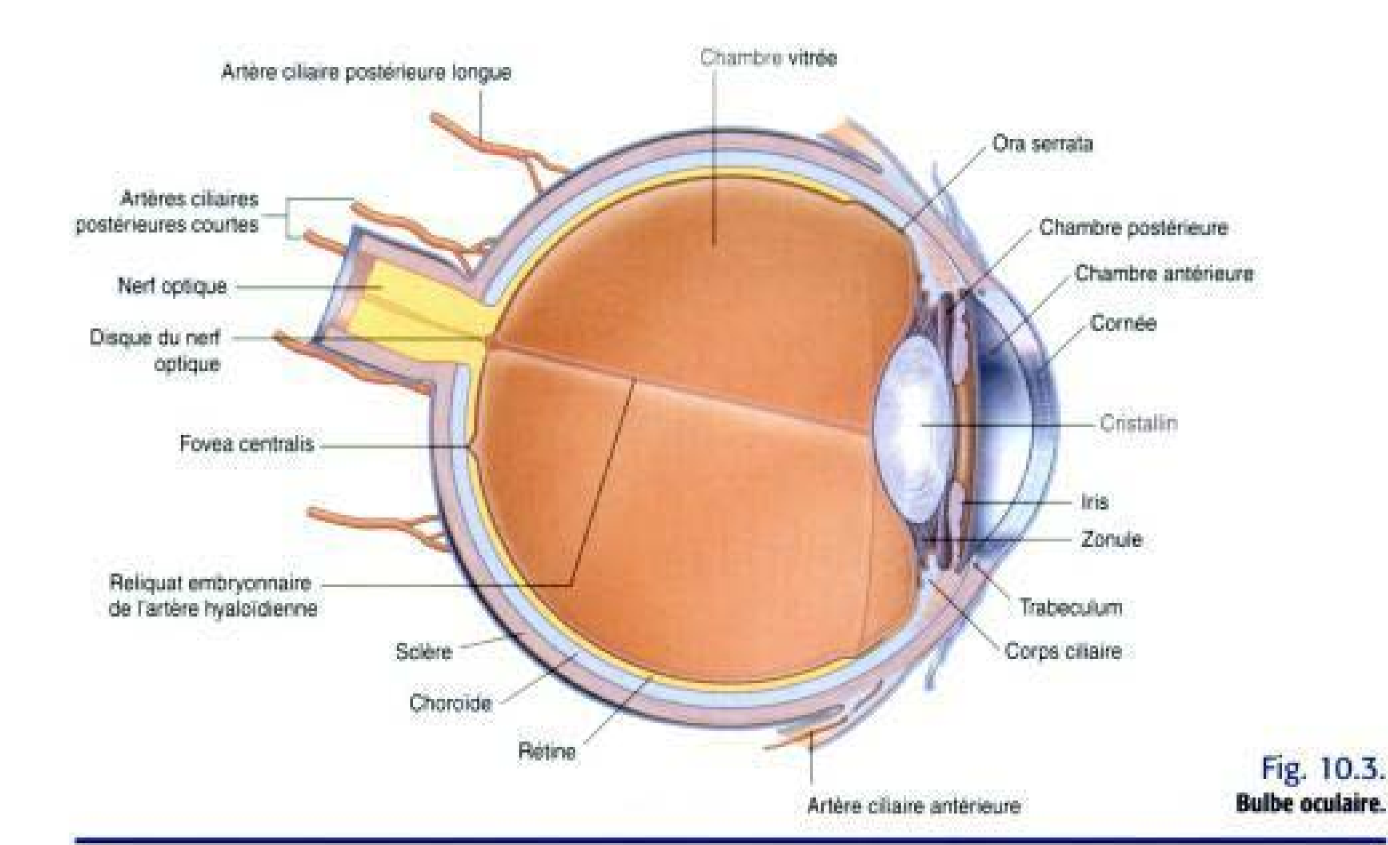


Fig. 10.3.
Bulbe oculaire.

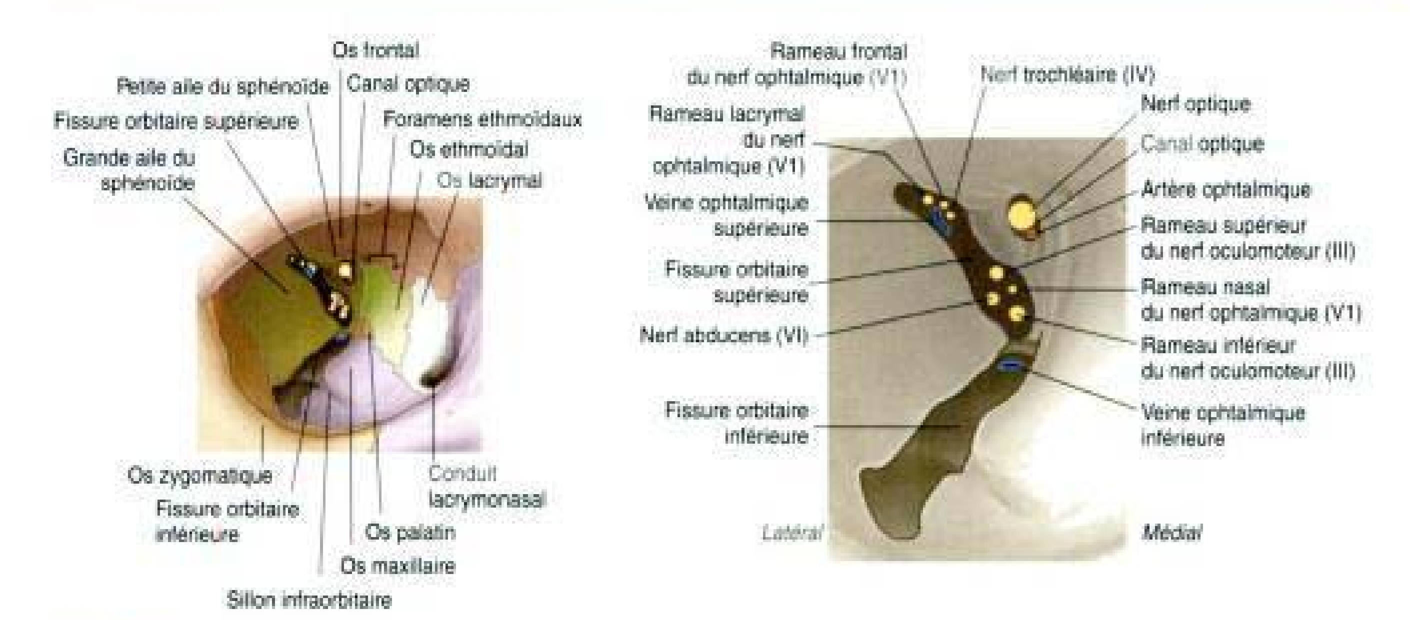


Fig. 10.4.
Cavité orbitaire.

entouré de ses annexes. On lui distingue deux pôles et un équateur. Il est constitué de trois tuniques :

- la tunique externe est formée de la *cornée* en avant et de la *sclère* en arrière ;
- la tunique intermédiaire, ou *uvée*, est formée de la *choroïde* en arrière et de l'*iris* et du *corps ciliaire* en avant ;
- la tunique interne est formée de la *rétine* en arrière.

Le globe contient trois milieux transparents, d'avant en arrière : l'*humeur aqueuse*, le *cristallin* et le *corps vitré*.

1. Cornée

La cornée est une tunique transparente et fibreuse, formant le cinquième antérieur du bulbe oculaire. Elle appartient à la membrane externe, fibreuse, du bulbe oculaire. Elle s'étend en avant de la sclère à laquelle elle est raccordée par le limbe sclérocornéen. Elle constitue le « hublot » antérieur du bulbe oculaire, dioptre cornéen qui fait converger les faisceaux lumineux sur la rétine. Les irrégularités de sa courbure sont responsables d'un astigmatisme.

2. Sclère

La sclère est la tunique fibreuse externe du bulbe oculaire qui limite son contenu, en particulier ses milieux transparents. Elle s'étend du limbe sclérocornéen en avant jusqu'au pôle postérieur en arrière en formant les quatre cinquièmes postérieurs du bulbe oculaire. Elle donne insertion aux tendons des muscles moteurs du globe oculaire.

3. Uvée

a. *Iris*

L'iris constitue la partie antérieure de l'uvée. Il est placé comme un diaphragme vertical, circulaire, en avant du cristallin. Son centre est

percé d'un orifice, la *pupille*. Il est situé en arrière de la cornée et en avant du cristallin. Il a une couleur variable de bleu à brun. L'iris présente le *muscle sphincter de la pupille* et le *muscle dilatateur de la pupille*. Le contingent parasympathique du nerf oculomoteur par le ganglion ophtalmique est responsable de la fermeture de l'iris (myosis) et le sympathique venant du centre cervicothoracique de l'ouverture (mydriase). L'iris permet d'adapter l'entrée des rayons lumineux dans le bulbe au niveau de luminosité.

b. *Corps ciliaire*

Le corps ciliaire est un anneau faisant partie de la tunique intermédiaire musculovasculaire du bulbe oculaire (ou uvée) entre la choroïde et l'iris (fig. 10.5). Il est constitué du *muscle ciliaire* et des *procès ciliaires*. Le muscle ciliaire est innervé par le contingent parasympathique du nerf oculomoteur III ; il agit dans les phénomènes d'accommodation. Les procès ciliaires sécrètent l'humeur aqueuse.

c. *Choroïde*

La choroïde est la membrane vasculaire intermédiaire du bulbe oculaire faisant partie de l'uvée et tapissant les deux tiers postérieurs du bulbe de l'œil. Elle est située entre la tunique externe (la sclère) et la tunique interne (la rétine) du bulbe oculaire.

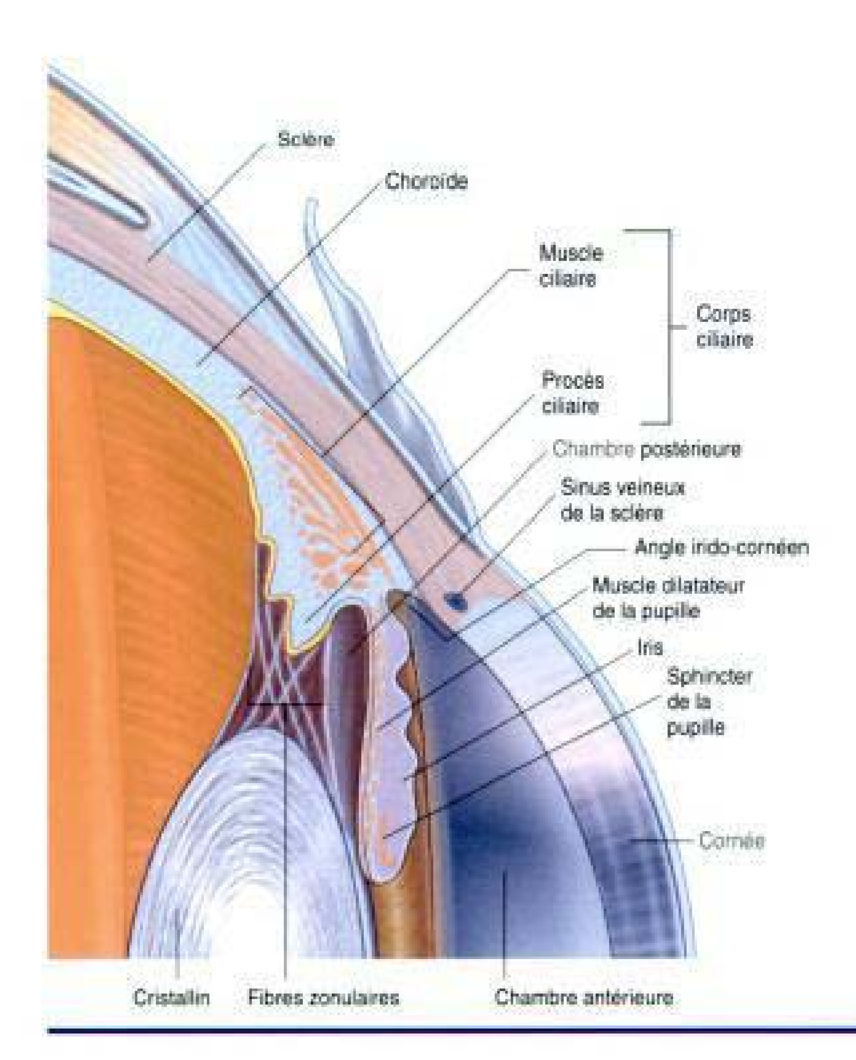


Fig. 10.5.
Corps ciliaire.

4. Rétine

La rétine est la tunique interne du bulbe oculaire qui contient la couche des cellules sensorielles. Elle fait partie du segment postérieur du bulbe oculaire. La rétine est centrée par la *macula*, zone de la vision précise. Elle comporte plusieurs couches cellulaires de dehors en dedans : l'épithélium pigmentaire, les cellules photoréceptrices (*cônes* et *bâtonnets*), la couche ganglionnaire, la couche des fibres optiques et la membrane limitante interne. La rétine assure la réception des afférences visuelles et leur transmission par influx nerveux au nerf optique.

> *Fond de l'œil*
>
> L'ophtalmoscope permet de visualiser le fond d'œil (fig. 10.6) : on y observe la papille optique (tête du nerf optique), légèrement en nasal du centre, la macula et les principaux vaisseaux rétiniens.

5. Cristallin

Le cristallin est une lentille biconvexe, transparente, avasculaire. Il appartient aux milieux transparents du bulbe oculaire. Il est situé en arrière de l'iris et en avant du corps vitré. Il présente deux faces, antérieure et postérieure, réunies par l'équateur. La face postérieure est plus bombée que l'antérieure. Il est maintenu en place par le *ligament suspenseur du cristallin*, ou zone ciliaire, et le *muscle ciliaire*. Le cristallin permet la focalisation des faisceaux lumineux sur la rétine ; sa plasticité lui confère son pouvoir d'accommodation.

- *L'opacification du cristallin se dénomme la cataracte.*

6. Corps vitré

Le corps vitré est une substance gélatineuse, transparente, qui remplit la cavité du bulbe oculaire. Il est situé en arrière du cristallin et en avant de la rétine. Il est avasculaire.

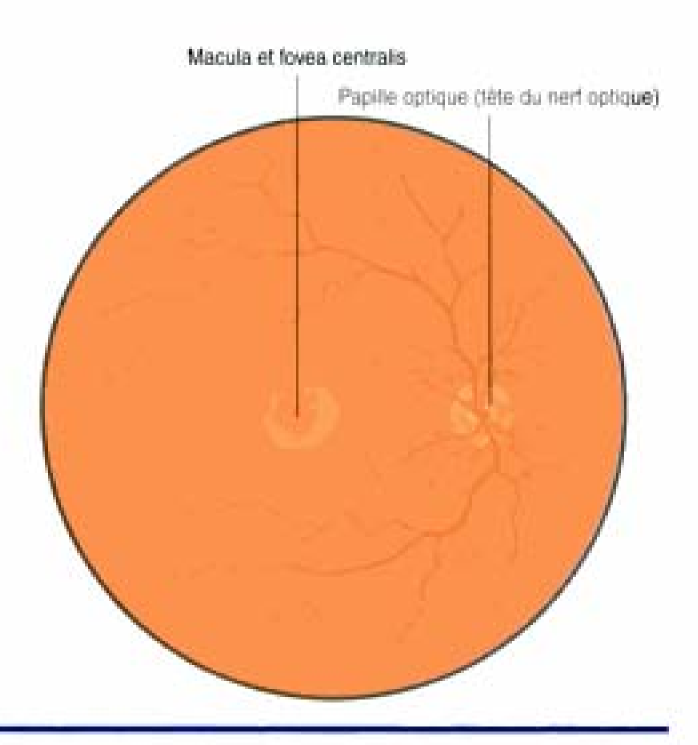


Fig. 10.6.
Fond d'œil.

B. Annexes du globe oculaire

1. Paupières

Ce sont deux voiles musculo-membraneux, mobiles, qui recouvrent la partie antérieure du globe oculaire. Les deux paupières supérieure et inférieure sont séparées par la fente palpébrale. Elles ont un rôle de protection du bulbe oculaire. Le clignement réflexe permet le renouvellement et assure la répartition du film lacrymal.

2. Conjonctive

La conjonctive est une tunique muqueuse transparente tapissant la face interne des paupières et la partie antérieure de la sclère. Elle a un rôle de protection du bulbe oculaire et des paupières, formant une barrière avec le milieu extérieur. Elle intervient aussi dans le glissement des paupières sur le bulbe oculaire.

3. Muscles du globe oculaire

Sept muscles striés contenus dans l'orbite constituent les muscles du bulbe oculaire dont six pour la motilité oculaire et un muscle élévateur de la paupière (fig. 10.7). Ils sont situés au niveau de l'apex orbitaire, de la cavité orbitaire et de la sclère du bulbe oculaire :

- *quatre muscles droits*, situés en supérieur, inférieur, latéral et médial ;
- *deux muscles obliques*, supérieur et inférieur ;
- un *muscle élévateur de la paupière*.

Ils s'insèrent sur l'apex orbitaire, sauf le muscle oblique inférieur qui s'insère sur la partie inférieure de l'orbite. Leurs fibres se dirigent en avant, forment un cône musculaire en arrière du bulbe pour ensuite s'insérer sur la sclère. Le muscle oblique supérieur se réfléchit au niveau de la trochlée située à la partie supérieure de l'os frontal, avant de s'insérer sur la sclère. Les quatre muscles droits s'insèrent en avant de l'équateur et les muscles obliques en arrière de l'équateur scléral.
Les muscles droits et obliques permettent l'orientation du bulbe oculaire et donc du regard en abduction/adduction, élévation/abaissement, intorsion/extorsion. Le muscle élévateur relève la paupière supérieure.

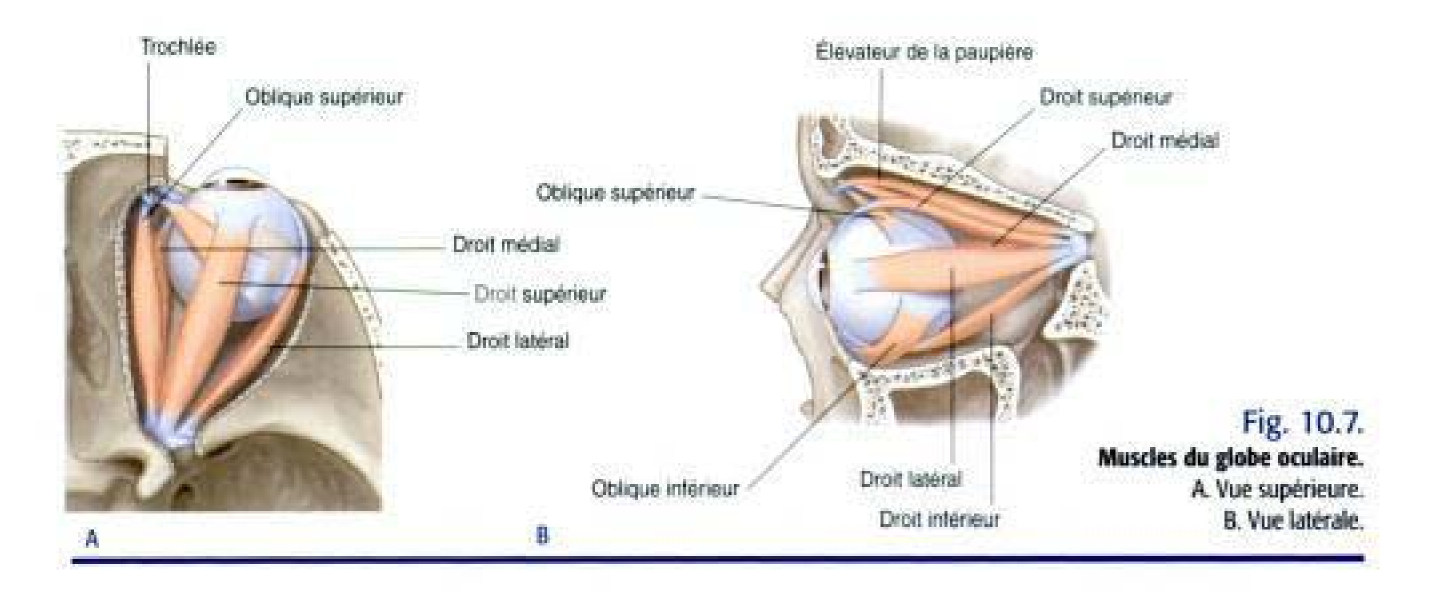


Fig. 10.7.
Muscles du globe oculaire.
A. Vue supérieure.
B. Vue latérale.

4. Appareil lacrymal

L'appareil lacrymal est constitué des *glandes lacrymales* qui sécrètent les larmes et d'un système de drainage, les *voies lacrymales*. Les glandes lacrymales sont situées à la partie supérolatérale de l'orbite. Les canaux excréteurs s'ouvrent au niveau du repli supérieur de la conjonctive. Les voies lacrymales débutent à la partie médiale des paupières par les canalicules, le sac lacrymal et se terminent par le conduit lacrymonasal, conduit osseux, qui s'abouche dans la cavité nasale (*cf.* fig. 10.4 et 15.5). Le rôle des glandes lacrymales est la sécrétion des larmes pour l'humidification du bulbe oculaire.

■ *Le méat lacrymal, origine des voies lacrymales excrétrices, est visible par simple éversion du bord libre de la paupière, à 6 mm du canthus médial. Il existe un méat supérieur et un méat inférieur.*

C. **Vascularisation**

1. Artère ophtalmique et artère centrale de la rétine

L'artère ophtalmique est une branche collatérale de l'artère carotide interne destinée au contenu orbitaire Elle se termine en donnant l'artère centrale de la rétine. Son territoire de vascularisation est le bulbe oculaire et ses annexes.

2. Veines ophtalmiques et veine centrale de la rétine

La veine centrale de la rétine draine le sang veineux de la rétine dans la veine ophtalmique supérieure. Les veines ophtalmiques supérieures et inférieures se terminent en se jetant dans le sinus caverneux. Elles drainent le bulbe oculaire et ses annexes.

D. **Nerf optique : voies visuelles extracrâniennes**

Le nerf optique, nerf sensoriel de la vision, est la deuxième paire des nerfs crâniens (II). Le nerf est formé des axones des cellules ganglionnaires de la rétine qui se réunissent au niveau du disque optique. Son origine apparente est située à la face postérieure du bulbe oculaire. Il a un trajet dans l'orbite en arrière du bulbe oculaire, passe par le canal optique (*cf.* fig. 10.4) et se termine au niveau de l'étage moyen du crâne. Il est constitué de trois faisceaux de fibres : maculaires, temporales et nasales. Il s'anastomose avec le nerf optique controlatéral pour former le chiasma optique.

E. **Voies visuelles intracrâniennes**

Les deux faisceaux de fibres nasales croisent au niveau du chiasma optique, au contraire des fibres maculaires et temporales qui poursuivent leur trajet en ipsilatéral (fig. 10.8). Les fibres maculaires suivent les deux types de trajets. Au-delà du chiasma, les voies optiques prennent le nom de tractus optiques puis, après relais dans les corps géniculés latéraux, constituent les radiations optiques qui atteignent le cortex occipital au niveau du sillon calcarin.

F. **Nerfs moteurs du bulbe de l'œil**

- Le *nerf oculomoteur* (III), troisième paire de nerfs crâniens, est le nerf moteur pour les muscles droits médial, supérieur, inférieur et oblique inférieur et élévateur de la paupière. Par ses fibres végétatives parasympathiques, il est constricteur de l'iris (myosis).

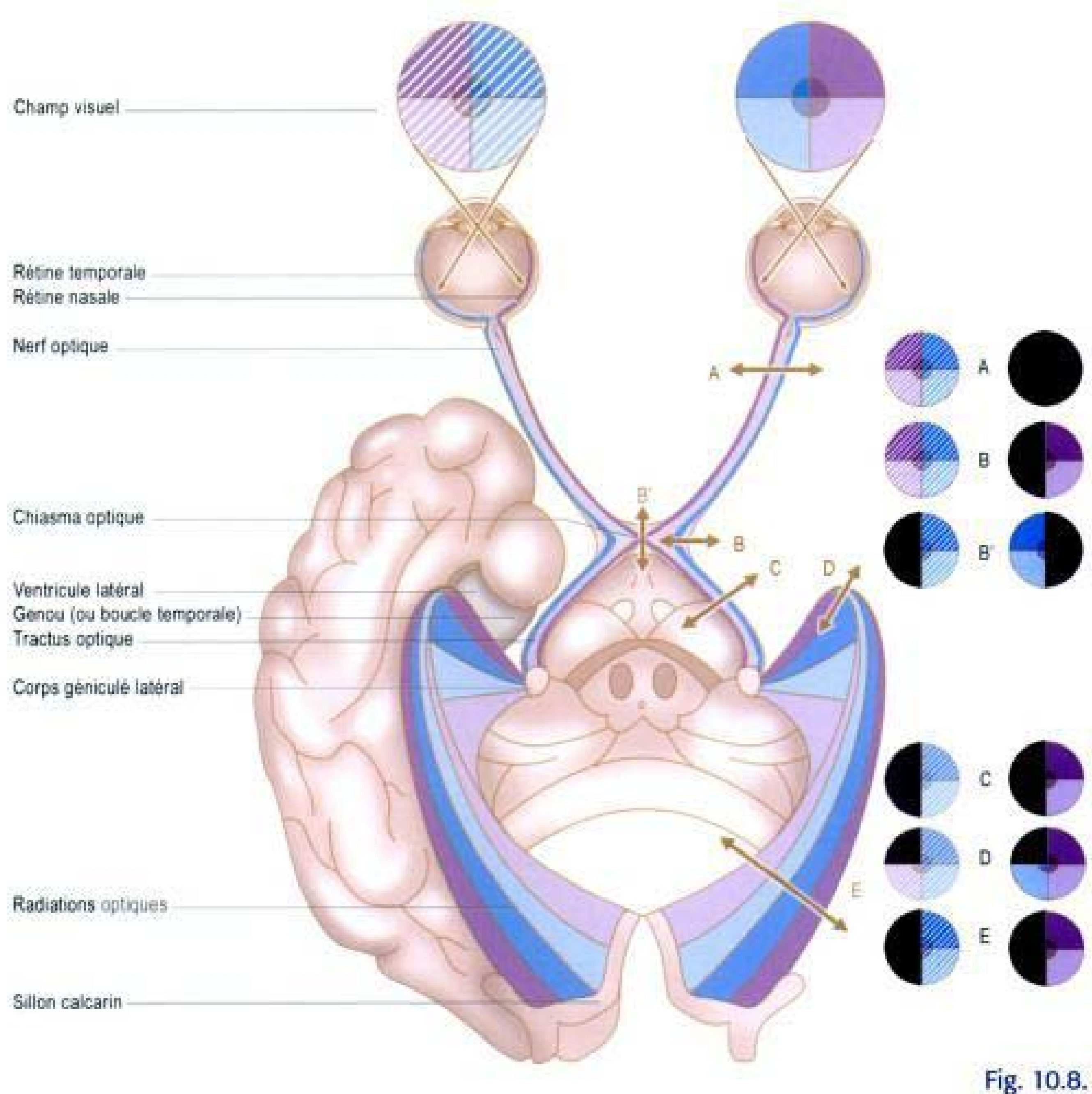


Fig. 10.8.
Voies optiques.
Les atteintes du champ visuel en cas de compression ou de section à différents niveaux des voies optiques sont représentées en A, B, B', C, D et E.

- Le *nerf trochléaire* (IV), quatrième paire de nerfs crâniens, est moteur pour le muscle oblique supérieur de l'œil, responsable de l'abaissement, l'abduction et l'intorsion de l'œil.
- Le *nerf abducens* (VI), sixième paire de nerfs crâniens, est moteur du muscle droit latéral pour l'abduction du bulbe oculaire.

III. Appareil de l'audition

Sont décrites en premier lieu l'oreille externe, qui conduit les sons à travers le conduit auditif externe, puis l'oreille moyenne, qui transmet ces vibrations acoustiques jusqu'à l'oreille interne. Nous décrivons ensuite

l'oreille interne au sein du rocher de l'os temporal, qui est un ensemble d'organes complexes destiné soit à l'audition (organes cochléaires), soit à l'équilibre (organes vestibulaires), et qui donnent le nerf vestibulocochléaire (huitième paire des nerfs crâniens, VIII) (fig. 10.9).

A. Oreille externe

L'oreille externe est constituée de l'auricule et du méat acoustique externe :

- l'*auricule* est la structure pavillonnaire cartilagineuse de l'oreille externe en continuité avec le méat acoustique externe ;
- le *méat acoustique externe* est un canal fibrocartilagineux et osseux qui fait suite à l'auricule. Le canal est fermé en dedans par la membrane du tympan. L'orifice externe du méat est dénommé pore acoustique externe. L'oreille externe a pour rôle la transmission des sons vers la membrane du tympan et l'oreille moyenne.

B. Oreille moyenne

L'oreille moyenne est constituée de la *cavité tympanique*, de la *trompe auditive* (anciennement « trompe d'Eustache »), de la *membrane tympanique* ainsi que de la *chaîne ossiculaire*.

1. Cavité tympanique

La cavité tympanique comprend la caisse du tympan, qui contient la chaîne ossiculaire, ainsi que l'antre mastoïdien, cavité postérieure à la caisse du tympan creusée dans la mastoïde de l'os temporal.

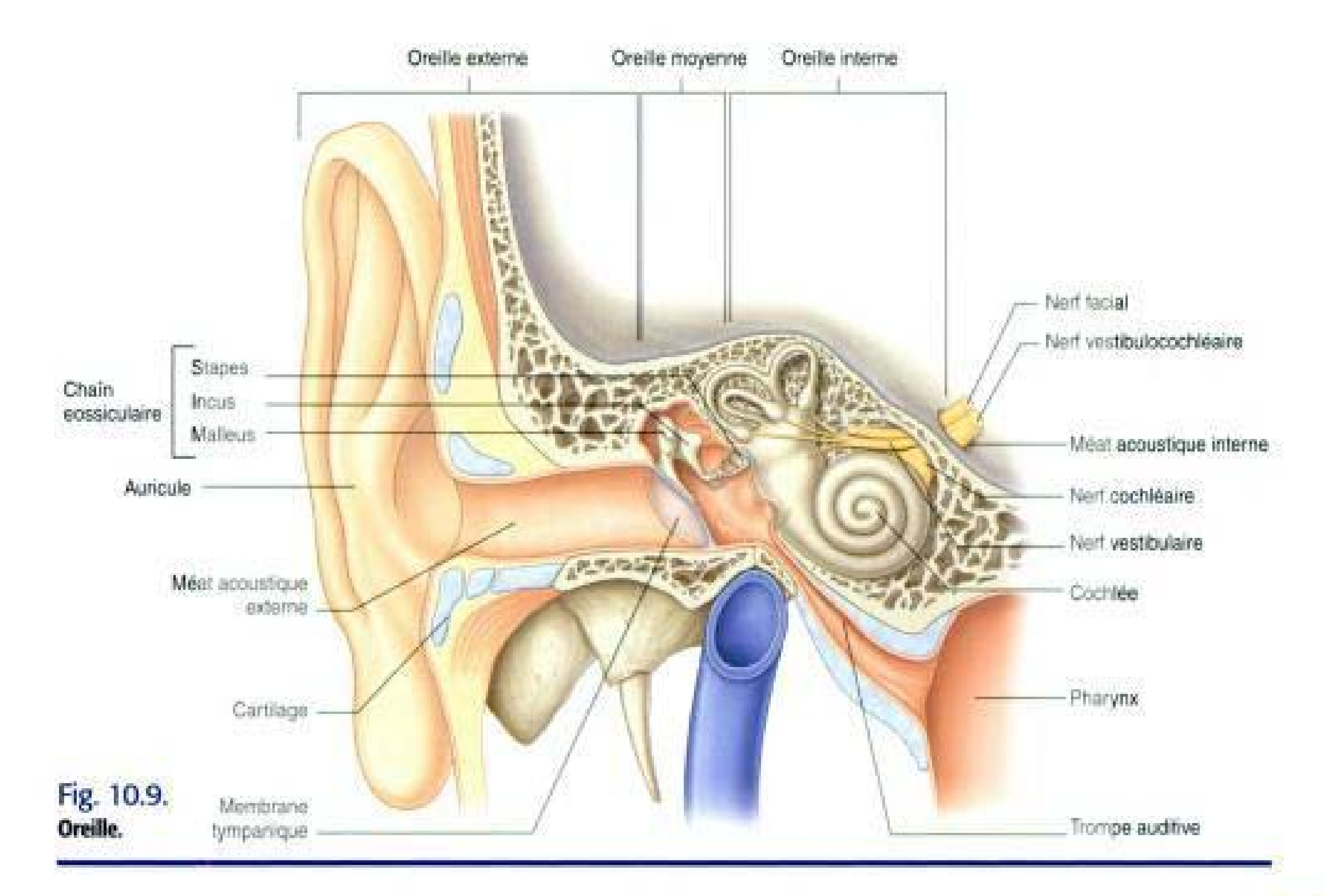


Fig. 10.9.
Oreille.

2. Trompe auditive

La trompe auditive fait communiquer le rhinopharynx avec la cavité tympanique. Elle a pour rôle l'équilibration des pressions entre la cavité tympanique et la pression atmosphérique extérieure. La trompe ne s'ouvre que lors de la déglutition ou du bâillement.

3. Membrane tympanique

La membrane tympanique est une membrane elliptique appartenant à l'oreille moyenne (fig. 10.10). Elle a pour rôle de fermer la caisse tympanique et de transmettre l'énergie sonore en la concentrant au niveau du manche du malleus de la chaîne ossiculaire.

4. Chaîne ossiculaire

La chaîne ossiculaire est constituée d'une succession de trois osselets : le *malleus*, l'*incus* et le *stapes* (fig. 10.9). Les osselets sont unis entre eux par des articulations. La chaîne s'articule en dehors avec la membrane du tympan et en dedans avec l'oreille interne par la fenêtre ovale du labyrinthe. Elle a pour rôle la transmission de l'énergie sonore.

C. Oreille interne

L'oreille interne est formée de cavités : les *labyrinthes osseux et membraneux* ainsi que le *méat acoustique interne*. Le labyrinthe osseux comprend la *cochlée*, le *vestibule* et les *canaux semicirculaires*. Il contient le labyrinthe membraneux. Entre le labyrinthe osseux et le labyrinthe membraneux, se situe l'espace périlymphatique rempli d'un liquide, la périlymphe.

1. Labyrinthes osseux et membraneux

Le labyrinthe osseux est une cavité osseuse de l'oreille interne creusée dans la partie pétreuse de l'os temporal (fig. 10.11). Le labyrinthe osseux antérieur est formé de la cochlée. Le labyrinthe osseux postérieur est

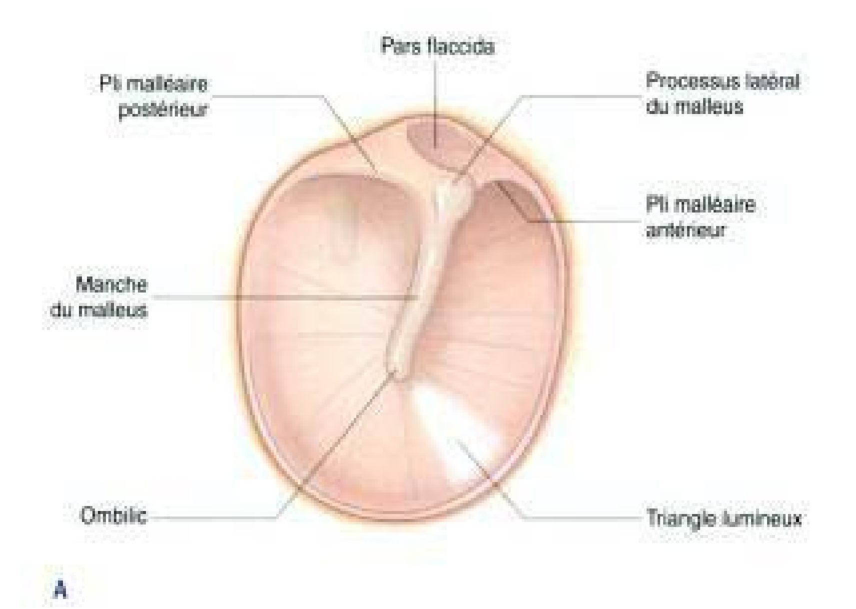




Fig. 10.10.
Membrane tympanique.
A. Schéma. B. Vue otoscopique.

constitué du vestibule et de trois canaux semicirculaires s'insérant sur le vestibule.
Le labyrinthe osseux contient le labyrinthe membraneux qui sert de support pour les fonctions de l'audition et de l'équilibre.

a. *Cochlée osseuse et membraneuse*

La cochlée est une cavité osseuse en forme de canal spiral de deux tours trois quarts s'enroulant autour de son axe (fig. 10.12). Elle contient la cochlée membraneuse, ou *conduit cochléaire*, qui appartient au labyrinthe membraneux – rempli d'endolymphe – et porte l'*organe spiral*, organe de l'audition. Le conduit cochléaire membraneux divise le labyrinthe osseux en deux rampes latérales : une rampe vestibulaire monte depuis le vestibule et rejoint, à l'apex de la cochlée, une rampe tympanique qui descend pour rejoindre la fenêtre de la cochlée (fig. 10.11). Ces rampes sont remplies de périlymphe. L'ensemble a une forme de cône.

Fonction d'audition

Les vibrations du stapes sur la fenêtre du vestibule osseux (ou fenêtre ovale, fig. 10.11) créent des ondes de pression qui se propagent dans la périlymphe (incompressible) de la rampe vestibulaire (« montante ») jusqu'à l'apex de la cochlée puis la rampe tympanique (« descendante ») et enfin la fenêtre de la cochlée (ou fenêtre ronde) : une partie des ondes est ainsi dissipée dans la cavité tympanique. Une autre partie, à l'origine de la réception des sons, est transmise, au sein de la cochlée, depuis la rampe vestibulaire vers le conduit cochléaire, ce qui

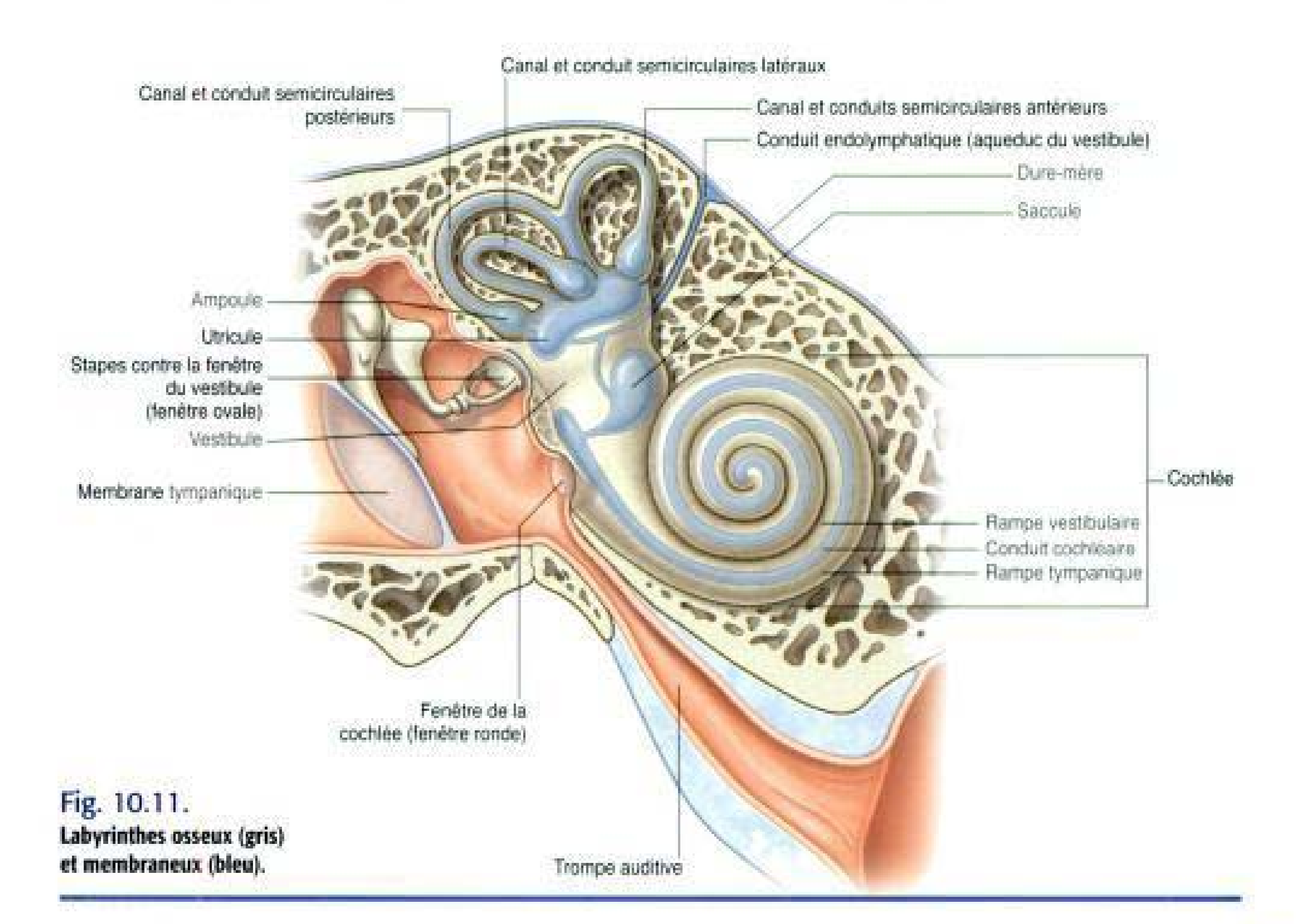


Fig. 10.11.
Labyrinthes osseux (gris) et membraneux (bleu).

provoque des mouvements de la membrane basilaire (fig. 10.12) qui porte l'organe spiral de l'audition. Les cellules ciliées de celui-ci convertissent ces mouvements en influx nerveux.

La base du cône est percée pour laisser le passage antérieur des fibres nerveuses de la racine cochléaire du *nerf vestibulocochléaire* vers le méat acoustique interne.

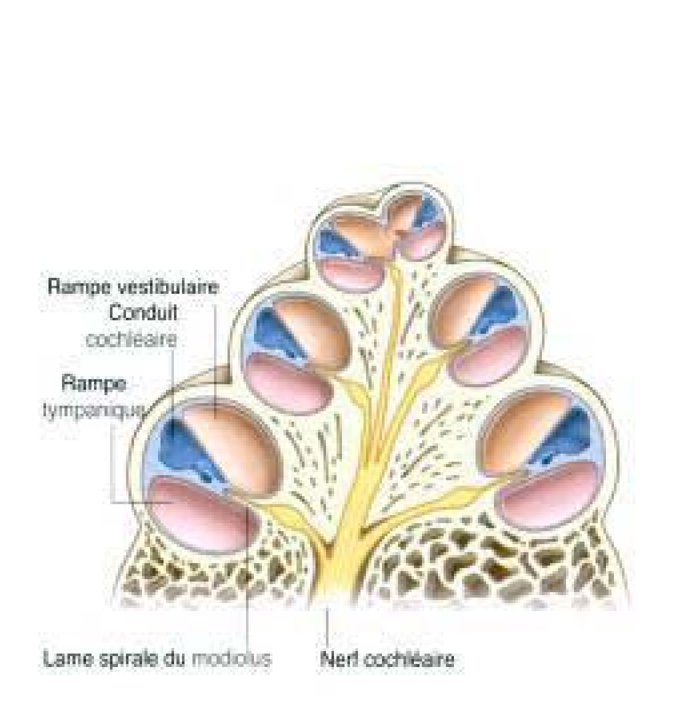
b. *Vestibule osseux et membraneux*

Le vestibule membraneux comprend l'*utricule*, le *saccule* et les *canaux semicirculaires* (fig. 10.11). Les canaux semicirculaires ont une cavité osseuse individualisée.

- Le saccule est situé dans la région antéromédiale du vestibule.
- L'utricule est situé dans la partie postérosupérieure du vestibule.
- Les canaux semicirculaires sont formés de trois canaux osseux (latéral, antérieur et postérieur) en forme d'anneaux incomplets appartenant au labyrinthe osseux postérieur. Ils sont orientés dans trois plans de l'espace perpendiculaires entre eux.

Fonction de l'équilibration

– L'épithélium du saccule et de l'utricule est recouvert d'une membrane portant des *otoconies* (ou otolithes), cristaux de carbonate de calcium qui, lors des déplacements, entraînent les cils de cellules sensorielles. Le saccule et l'utricule permettent l'analyse de la statique par l'évaluation des accélérations linéaires.



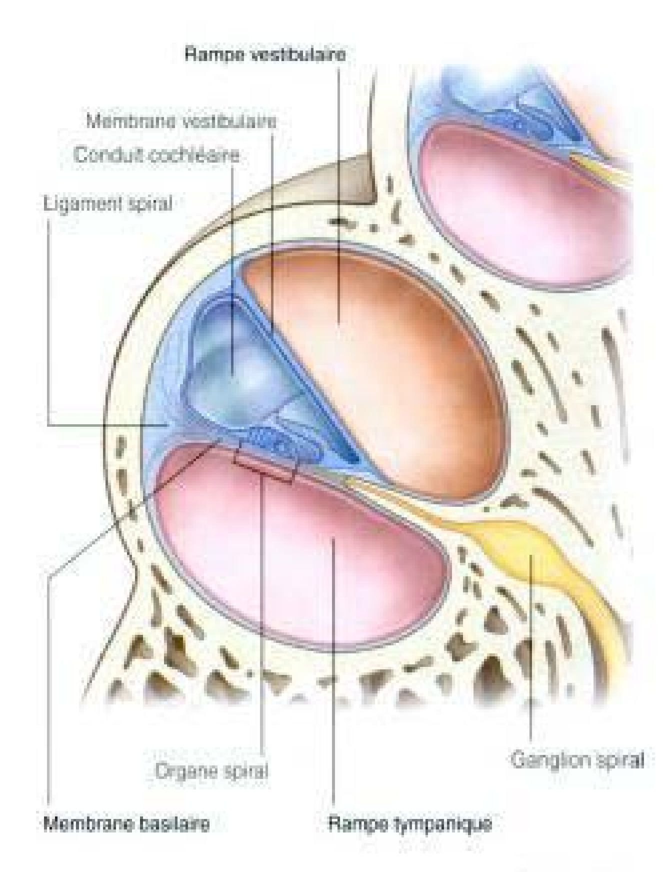


Fig. 10.12.
Cochlée.

– Au niveau de leurs ampoules (fig. 10.11), les canaux semicirculaires contiennent les organes sensoriels qui mesurent les accélérations angulaires, là aussi par déplacements des cils de cellules sensorielles.

2. Méat acoustique interne

Le méat acoustique interne est un canal osseux de l'os pétreux de l'os temporal faisant suite à l'oreille interne. Son contenu est formé du nerf facial (VII, et du nerf intermédiaire VII*bis*) et du nerf vestibulocochléaire (VIII).

D. **Nerf vestibulocochléaire**

- Le nerf vestibulocochléaire représente la huitième paire des nerfs crâniens (VIII), nerfs sensoriels de l'audition et de l'équilibre.
- L'origine du nerf vestibulaire est constituée par le ganglion vestibulaire (ganglion de Scarpa). L'origine du nerf cochléaire est constituée par le *ganglion spiral* (ganglion de Corti) (fig. 10.12).

IV. Appareil de la gustation

L'appareil de la gustation débute au niveau de la cavité orale où la *langue* constitue l'organe sensoriel qui recueille au niveau de ses *papilles* les sensations gustatives. La langue est aussi un organe moteur et sensitif.
L'innervation sensitive et sensorielle constitue les voies de la gustation rattachées à différents nerfs crâniens, essentiellement le nerf trijumeau (V), le nerf intermédiaire (VII*bis*) et le nerf glossopharyngien (IX).

A. **Langue**

La langue est un organe musculomuqueux (fig. 10.13, A) qui comporte deux parties :

- la *racine*, ou base postéro-inférieure, est fixe, située dans le pharynx ;
- le *corps* de la langue, antérieur, est mobile, situé dans la cavité orale.

À la limite entre les deux, les papilles circumvallées, au nombre de huit à douze, situées sur le dos de la langue, forment le *« V » lingual* dont la pointe est le *foramen cæcum*.

B. **Papilles linguales**

Les papilles linguales sont de trois types (fig. 10.13, B) :

- les *papilles circumvallées*, portant, sur la face interne de leur « vallée » (sillon), de multiples *bourgeons du goût*, organes sensoriels du goût de l'épithélium lingual ;
- les *papilles fongiformes*, réparties sur les deux tiers antérieurs de la surface de la langue, portant quelques bourgeons du goût ;
- les *papilles filiformes*, les plus nombreuses, sensitives.

Le nerf intermédiaire VII*bis* assure l'innervation sensorielle en avant du « V » lingual. Au niveau du « V » lingual et en arrière, c'est le nerf glossopharyngien, IXe paire des nerfs crâniens.

C. **Voies de la gustation**

a. *Nerf lingual (branche terminale du nerf mandibulaire V3)*

Le nerf lingual est le nerf sensitif de la langue. Il constitue la branche terminale sensitive du nerf mandibulaire. Il se termine en s'épanouissant sous la muqueuse linguale.

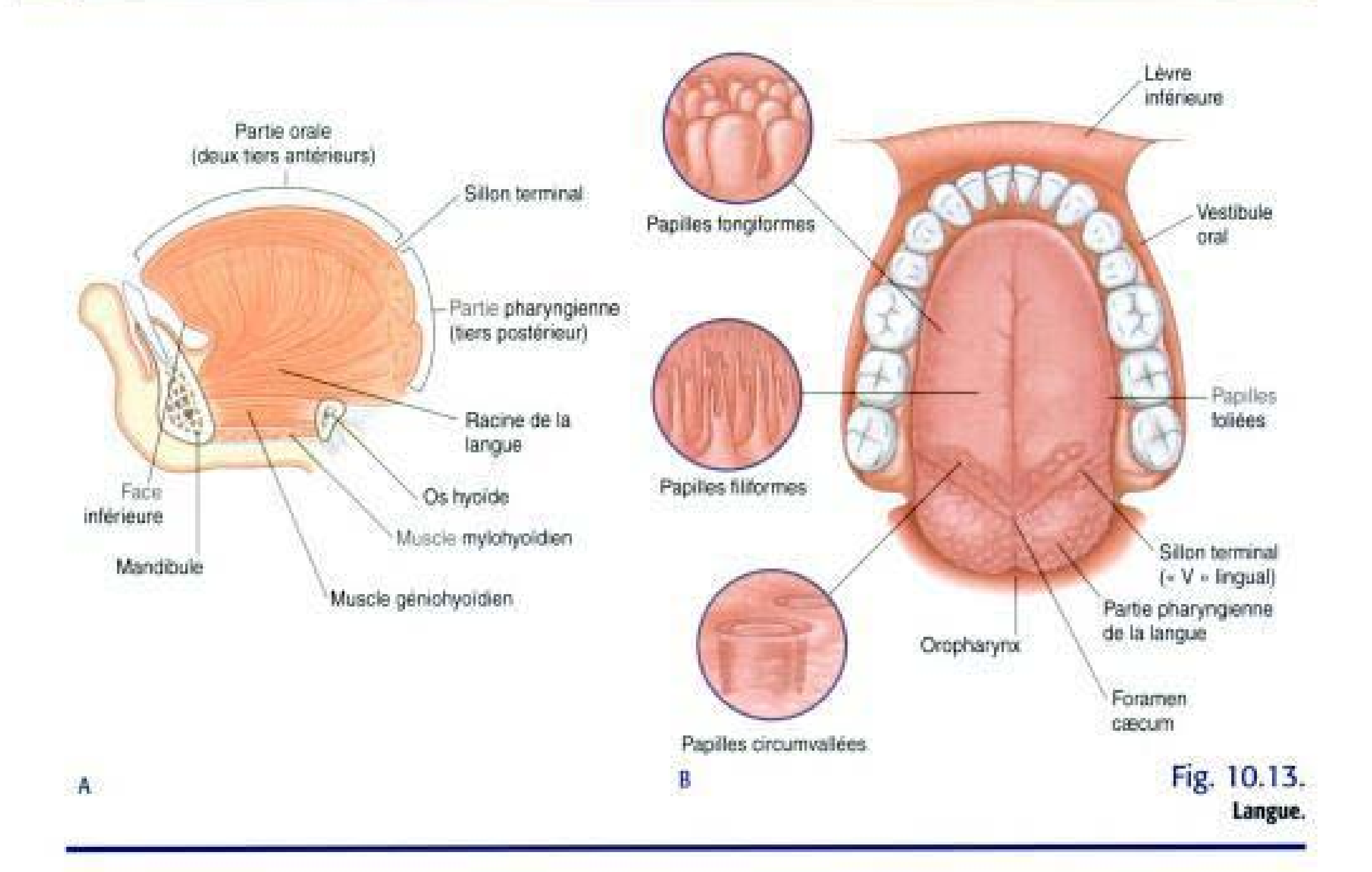


Fig. 10.13.
Langue.

b. *Nerf intermédiaire, ou VIIbis (nerf de Wrisberg)*

Le nerf intermédiaire, ou VII*bis*, représente le nerf crânien sensoriel gustatif associé au nerf facial. Il quitte le nerf facial peu après leur passage au travers du méat acoustique interne et forme la corde du tympan. Celle-ci passe au contact de la membrane du tympan avant de s'anastomoser avec le nerf lingual, branche terminale du nerf mandibulaire. Ses branches terminales sont celles du nerf lingual.

c. *Nerf glossopharyngien*

Le nerf glossopharyngien, neuvième paire des nerfs crâniens, est un nerf sensoriel pour le « V » lingual et la partie postérieure de la langue.

d. *Nerf vague*

Le nerf vague, dixième paire des nerfs crâniens, a un contingent sensoriel gustatif qui double le nerf glossopharyngien.

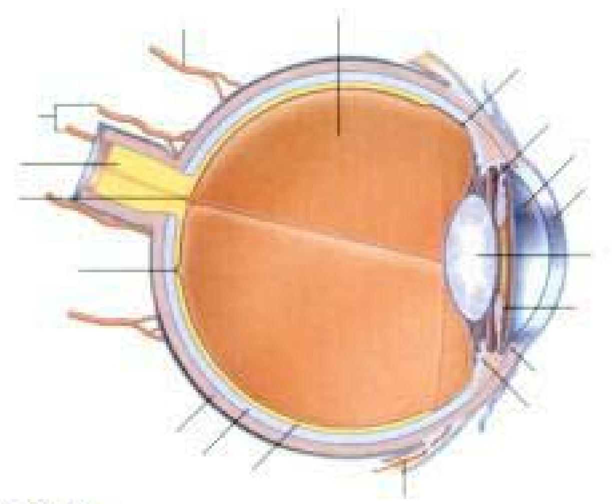
POINTS CLÉS

- La muqueuse olfactive se situe à la partie haute des fosses nasales. Les nerfs olfactifs représentent la première paire de nerfs crâniens.
- Le bulbe ou globe oculaire est l'organe récepteur sensoriel de la vision, dont la rétine contient les cellules sensorielles visuelles. Il est situé dans une cavité osseuse de la face, l'orbite. Le nerf optique représente la deuxième paire de nerfs crâniens, c'est le nerf sensoriel de la vision.
- L'appareil sensoriel de l'audition et l'appareil de l'équilibre ont un système de réception constitué d'une seule entité anatomique en continuité, cochlée et vestibule. Ils sont situés dans le rocher de l'os temporal. Ils donnent le nerf vestibulocochléaire.
- La langue constitue l'organe de la gustation, par les nerfs intermédiaire, glossopharyngien et vague.

ENTRAÎNEMENT

DOC

Donner un titre et légender les documents 1 et 2 suivants :



Doc. 1.



Doc. 2.

QCM

1. Concernant les voies olfactives, quelle(s) sont la (les) proposition(s) qui est (sont) exacte(s) ?

- ❑ **A.** La muqueuse olfactive est située à la partie inférieure de la cavité nasale.
- ❑ **B.** Les nerfs olfactifs représentent la première paire de nerfs crâniens.
- ❑ **C.** Les cellules réceptrices olfactives forment les nerfs olfactifs.
- ❑ **D.** Le tractus olfactif se poursuit par deux stries blanches, une supérieure et une inférieure.
- ❑ **E.** Le bulbe olfactif constitue le lobe olfactif médian.

2. Concernant les muscles oculomoteurs, quelle(s) sont la (les) proposition(s) qui est (sont) exacte(s) ?

- ❑ **A.** Le muscle releveur de la paupière s'insère au niveau de la sclère du bulbe oculaire.
- ❑ **B.** La mobilité du bulbe oculaire dépend de six muscles oculomoteurs.
- ❑ **C.** Le muscle droit médial est innervé par le nerf abducens.
- ❑ **D.** Les deux muscles obliques (supérieurs et inférieurs) s'insèrent en arrière de l'équateur.
- ❑ **E.** Le muscle droit supérieur est innervé par le nerf oculomoteur.

3. Concernant les voies lacrymales, quelle(s) sont la (les) proposition(s) qui est (sont) exacte(s) ?

- ❑ **A.** Les glandes lacrymales sécrètent la totalité du film lacrymal.
- ❑ **B.** Les larmes sont drainées dans l'angle médial des paupières.
- ❑ **C.** Les glandes lacrymales sont situées à la partie supéro-interne de l'orbite.
- ❑ **D.** Le conduit lacrymonasal s'ouvre dans les cavités nasales.
- ❑ **E.** Les larmes ne jouent pas de rôle dans la mobilité du bulbe oculaire.

4. Concernant les voies visuelles, quelle(s) sont la (les) proposition(s) qui est (sont) exacte(s) ?

- ❑ **A.** Le bulbe oculaire comporte trois enveloppes dont une intermédiaire formée de l'iris et de la sclère.
- ❑ **B.** Le cristallin est une lentille biconvexe, transparente, avasculaire qui permet les phénomènes d'accommodation.
- ❑ **C.** La rétine est la tunique interne du bulbe oculaire et la couche des cellules sensorielles forme sa couche la plus externe.

- ❑ **D.** L'appareil lacrymal est constitué des glandes lacrymales sécrétant les larmes et des voies lacrymales constituant un système de drainage.
- ❑ **E.** Les muscles oculomoteurs sont au nombre de quatre muscles droits et un muscle oblique.

5. Concernant les voies visuelles quelle(s) sont la (les) proposition(s) qui est (sont) exacte(s) ?

- ❑ **A.** La section du nerf optique entraîne une cécité unilatérale homolatérale.
- ❑ **B.** Le chiasma optique est situé dans l'orbite.
- ❑ **C.** La macula est la partie centrale du cristallin.
- ❑ **D.** L'innervation du sphincter irien par le sympathique entraîne une mydriase.
- ❑ **E.** L'innervation du sphincter irien par le parasympathique est véhiculée par le nerf IV.

6. Concernant les éléments du bulbe oculaire, quelle(s) sont la (les) proposition(s) qui est (sont) exacte(s) ?

- ❑ **A.** Le cristallin change de forme pour permettre la mise au point sur la rétine.
- ❑ **B.** La cornée est transparente et fait partie de la couche externe du bulbe oculaire.
- ❑ **C.** Le corps ciliaire constitue le diaphragme de l'œil.
- ❑ **D.** La rétine contient l'organe sensoriel de l'œil.
- ❑ **E.** Les cellules réceptrices sont situées à la partie la plus interne de la rétine.

7. Concernant les voies vestibulocochléaires quelle(s) sont la (les) proposition(s) qui est (sont) exacte(s) ?

- ❑ **A.** L'oreille moyenne est constituée de la cavité tympanique, de la trompe auditive, de la membrane tympanique et de la chaîne ossiculaire.
- ❑ **B.** La chaîne ossiculaire comprend le malleus, l'incus et le stapes, situés dans la caisse du tympan de l'oreille moyenne.
- ❑ **C.** La trompe auditive est un conduit appartenant à l'oreille moyenne faisant communiquer le larynx avec la caisse du tympan.
- ❑ **D.** Le labyrinthe osseux postérieur est formé de la cochlée, et le labyrinthe osseux antérieur est constitué du vestibule et trois canaux semicirculaires.
- ❑ **E.** Le nerf vestibulaire a pour rôle la fonction sensorielle de l'équilibre statique et cinétique et le nerf cochléaire a pour rôle la fonction sensorielle de l'audition.

8. Concernant l'appareil vestibulaire, quelle(s) sont la (les) proposition(s) qui est (sont) exacte(s) ?

- ❑ **A.** L'appareil sensoriel de l'audition et l'appareil de l'équilibre sont couplés et leur système de réception est intégré dans l'oreille interne.
- ❑ **B.** Le vestibule membraneux comprend l'utricule, le saccule et les canaux semicirculaires.
- ❑ **C.** Les otoconies sont des cristaux qui lors des déplacements entraînent des cils et sont situés dans l'utricule et le saccule.
- ❑ **D.** Le saccule évalue les accélérations linéaires.
- ❑ **E.** Les canaux semicirculaires sont orientés dans les deux plans de l'espace pour mesurer les accélérations angulaires.

9. Concernant les voies gustatives quelle(s) sont la (les) proposition(s) qui est (sont) exacte(s) ?

- ❑ **A.** La langue est un organe musculomuqueux.
- ❑ **B.** La langue comprend deux parties.
- ❑ **C.** Le nerf lingual est le nerf sensitif de la langue.
- ❑ **D.** Le nerf intermédiaire est le rameau sensoriel gustatif accompagnant le nerf facial.
- ❑ **E.** Les bourgeons du goût situés sur le dos de la langue forment le « V » lingual.

QROC

1. Quelle est l'origine apparente des nerfs olfactifs ?
2. Comment se nomme la zone de vision centrale et la plus précise de la rétine ?
3. Dans quelle cavité est contenue la chaîne ossiculaire et quels os la composent ?
4. Quels sont les nerfs responsables de la gustation et leur territoire ?
5. Comment se nomment les récepteurs de l'appareil du goût ?

Pour les corrections, se reporter à la page 302.

11

Tégument commun

Le tégument commun est la structure anatomique recouvrant l'ensemble de la surface du corps, soit environ 1,8 m^2. Son poids total est d'environ 8 % du poids du corps, soit environ 5 kg, et 15 % avec l'hypoderme. Il comprend la peau, le tissu sous-cutané ou hypoderme, et les annexes cutanées : follicules pilosébacés, glandes sudorales et ongles.

I. Peau

La peau, ou couche cutanée (*cutis,* en nomenclature latine), est composée de deux parties : l'*épiderme* et le *derme* (fig. 11.1). La peau est attachée aux structures sous-jacentes par des bandes de tissu conjonctif : les *retinaculums* de la peau. Au niveau des orifices du corps, elle est en continuité avec les muqueuses nasales, orales, anorectales, génitales et urinaires par l'intermédiaire de zones de transition cutanéomuqueuse dénommées *semi-muqueuses* ; au niveau de la fente palpébrale, elle est en continuité avec la conjonctive. L'épiderme est d'origine embryologique ectodermique, tandis que le derme est d'origine mésodermique ; les interactions ectomésodermiques sont fondamentales pour la différenciation de la peau et des annexes cutanées. Au niveau des régions palmoplantaires, plus particulièrement de la pulpe des doigts et des orteils, les crêtes de la peau forment des dessins caractéristiques dénommés *dermatoglyphes* (empreintes digitales), qui sont d'une extrême diversité et, étant spécifiques à un individu donné, sont utilisés en identification médicolégale. Une région cutanée particulière est l'*aréole*, zone circulaire, pigmentée, autour du mamelon.

A. Épiderme

L'épiderme, couche superficielle de la peau, est un épithélium pavimenteux stratifié kératinisé de type malpighien. Son épaisseur varie de 50 µm (paupières) à 1 mm (zones palmoplantaires). Il présente cinq couches, de la profondeur vers la superficie (fig. 11.1) : *stratum basale*, *stratum spinosum*, *stratum granulosum*, *stratum lucidum* et *stratum corneum*.

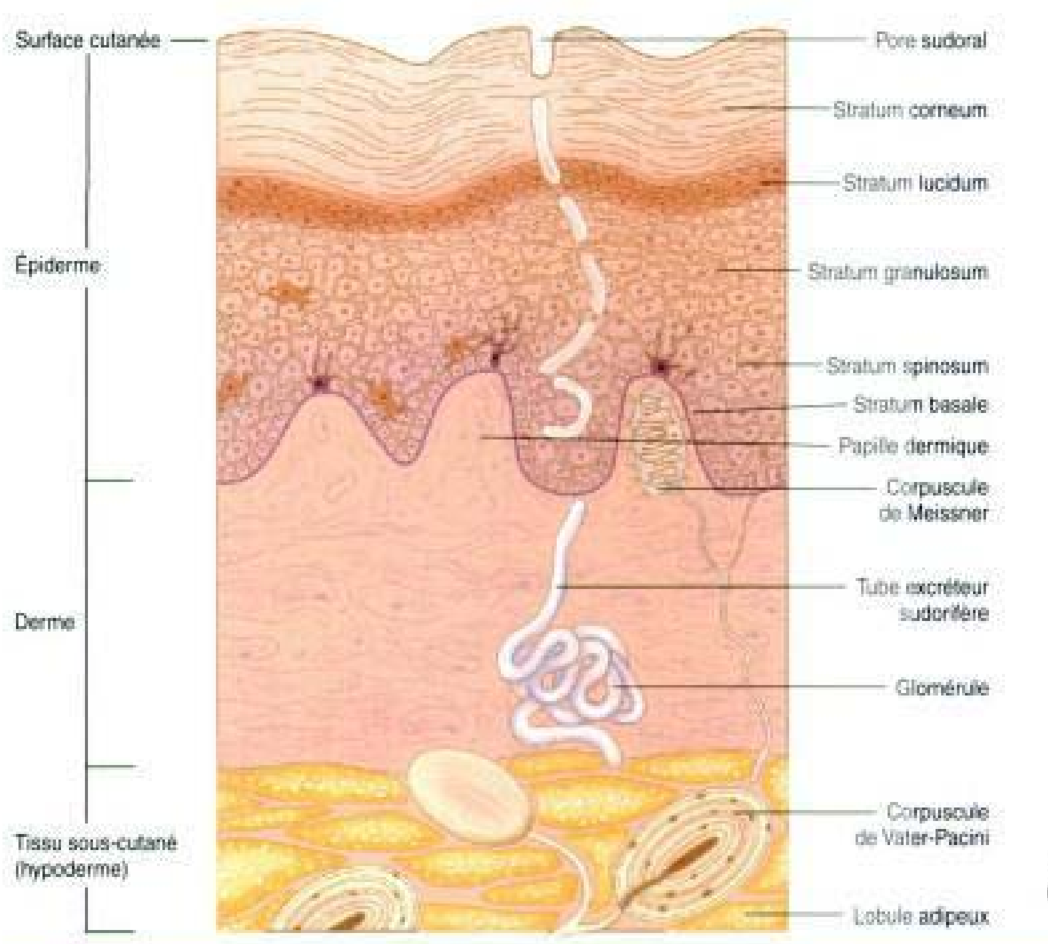


Fig. 11.1.
Peau et tissu sous-cutané (ou hypoderme). Anatomie microscopique générale.

1. Stratum basale (ou couche basale)

Située au contact de la membrane basale (séparant derme et épiderme), cette couche est composée de quatre types cellulaires.

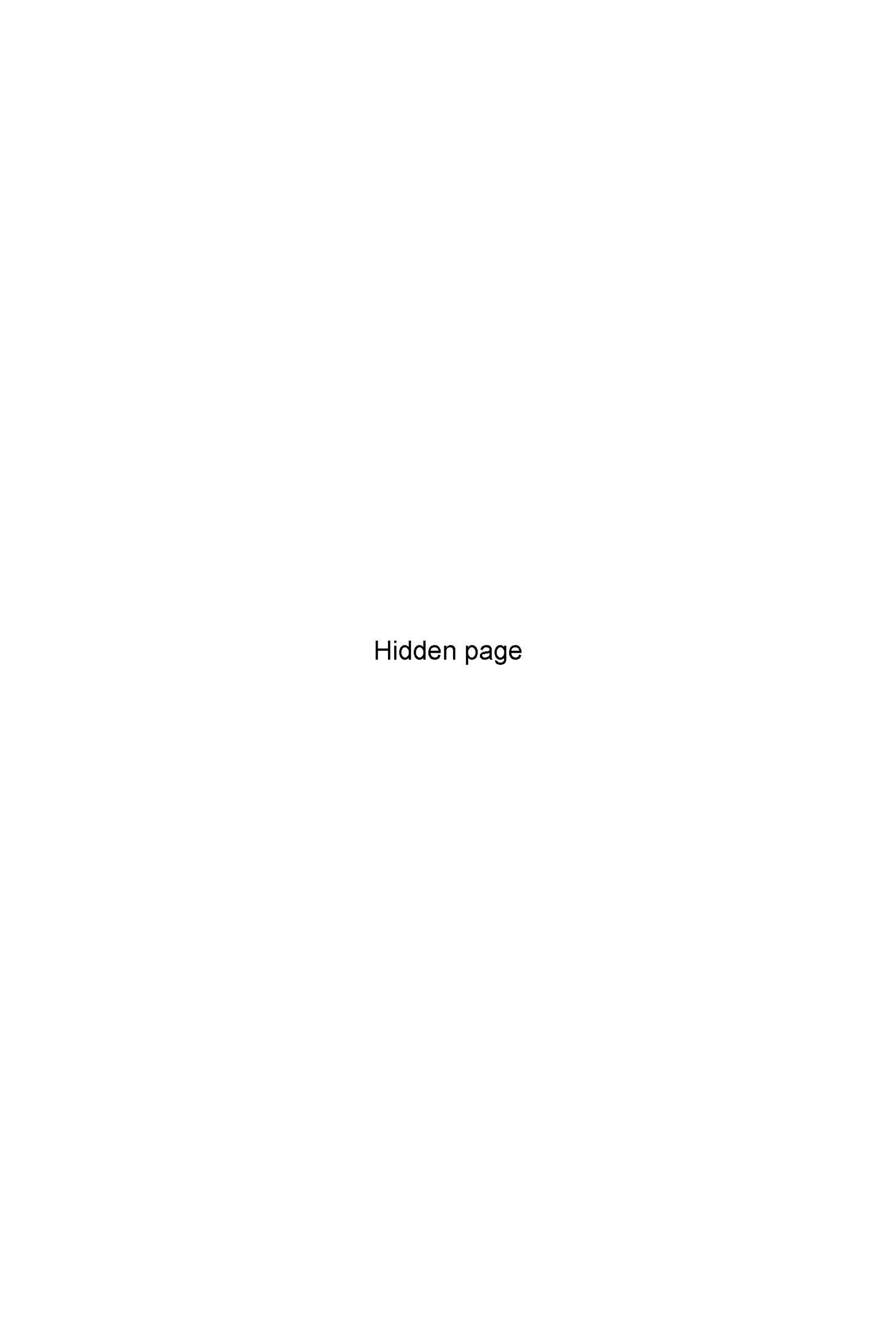
a. *Kératinocytes*

Les kératinocytes sont caractéristiques de la peau et représentent les cellules les plus nombreuses. À ce niveau, ils sont cubiques ou cylindro-cubiques. Ils assurent le renouvellement continu de l'épiderme par mitoses puis rejoignent la surface de l'épithélium pour finir par desquamer sous forme de lamelles cornées (couche cornée).

b. *Mélanocytes*

Les mélanocytes sont des cellules dendritiques dérivant de la crête neurale. Ils sont distribués de manière relativement constante au niveau de l'épithélium – un mélanocyte tous les dix kératinocytes – et sont au nombre de huit cents à deux mille par mm² selon les régions du corps. Ils produisent un pigment spécifique dont la couleur va du brun clair au noir, la *mélanine*, contenue dans les *mélanosomes*. Les mélanocytes sont en contact avec les kératinocytes voisins et leur transfèrent des mélanosomes. Ils sont responsables de la couleur de la peau, qui est variable en fonction de la partie du corps considérée, mais également des diverses populations. Les mélanocytes sont stimulés par le rayonnement solaire (UV), qui induit une augmentation de production de mélanine (bronzage).

▪ *La couleur plus ou moins foncée de la peau ne dépend pas du nombre de mélanocytes mais du nombre et de la taille des mélanosomes dans chaque cellule.*



II. Tissu sous-cutané, ou hypoderme

La couche sous-cutanée présente trois constituants agencés de manière variable selon les régions du corps et les individus (fig. 11.1) :

- le *pannicule adipeux* (ou corps adipeux de l'hypoderme), constitué par des lobules graisseux composés par les adipocytes ;
- les *septums fibreux interlobulaires* ;
- des éléments musculaires (*muscles peauciers*), principalement au niveau de l'extrémité céphalique (muscles de la mimique, muscles auriculaires et platysma), mais aussi au niveau de la paume de la main (muscle court palmaire), du scrotum et des grandes lèvres ; enfin, des fibres musculaires sont situées au niveau de l'aréole dont la contraction à la suite d'un stimulus (froid, stimulation tactile…) est responsable d'un durcissement mamelonnaire dénommé télotisme.

L'hypoderme est d'épaisseur variable selon les régions du corps ; pour des raisons mécaniques d'amortissement, il est épais au niveau des coussinets tactiles de la pulpe des doigts et des orteils, de la région glutéale et de la plante du pied, principalement au niveau du talon. La peau des paupières, du pavillon de l'oreille, des petites lèvres et du scrotum ne possède pas de graisse sous-cutanée.

III. Annexes épithéliales de la peau : phanères et glandes cutanées

La peau présente des annexes épithéliales : *phanères* (poils et ongles) et *glandes cutanées*.

A. Poils et follicules pilo-sébacés

Deux grands types de peau peuvent être distingués :

- la peau de base, présentant des poils de types variables ;
- la peau glabre, totalement dépourvue de poils, constituant le revêtement des lèvres, des paumes de la main et des plantes du pied, du gland du pénis et du clitoris.

Le nombre de poils chez l'adulte varie entre cinq cent mille et cinq millions selon les individus.

Chaque poil correspond à un follicule pilaire auquel est annexée une glande sébacée (fig. 11.2).

1. Organisation du follicule pilo-sébacé

a. *Bulbe*

À sa partie profonde, le follicule pilaire est renflé et forme le bulbe, constitué de la matrice pilaire (responsable de la croissance du poil), creusé à sa partie inférieure de la papille pilaire (tissu conjonctif et vaisseaux).

b. *Gaines folliculaires*

Il s'agit d'un cylindre formé par l'emboîtement de couches cellulaires concentriques (gaine folliculaire externe et gaine folliculaire interne).

c. *Tige pilaire*

La tige pilaire correspond au poil proprement dit et est composée de trois couches :

- la *cuticule superficielle* (lamelles cornées empilées comme des tuiles) ;
- le *cortex*, ou écorce, composé de cellules nucléées ;
- la moelle, ou *medulla centrale*, constituée de grandes cellules plus lâches, souvent disjointes par de petites bulles de gaz.

Les cellules sont très riches en kératines.

d. *Glande sébacée*

Chaque poil est pourvu d'une glande multilobée à sécrétion *holocrine*. Les cellules se désintègrent progressivement au voisinage du canal excréteur et y libèrent leur contenu, ce qui définit la sécrétion holocrine. La sécrétion est dénommée *sébum*.
À la racine des cils, les glandes sébacées prennent le nom de glandes de Zeis. À proximité des cils, postérieurement, s'abouchent les canaux excréteurs des glandes tarsales de la paupière (dites de Meibomius), autres glandes sébacées, de plus grande taille, qui sécrètent la phase lipidique du film lacrymal.

e. *Muscle arrecteur du poil*

Le muscle arrecteur du poil (ou pilomoteur, piloarrecteur, horripilateur) est un faisceau de fibres musculaires lisses allant de la partie moyenne du

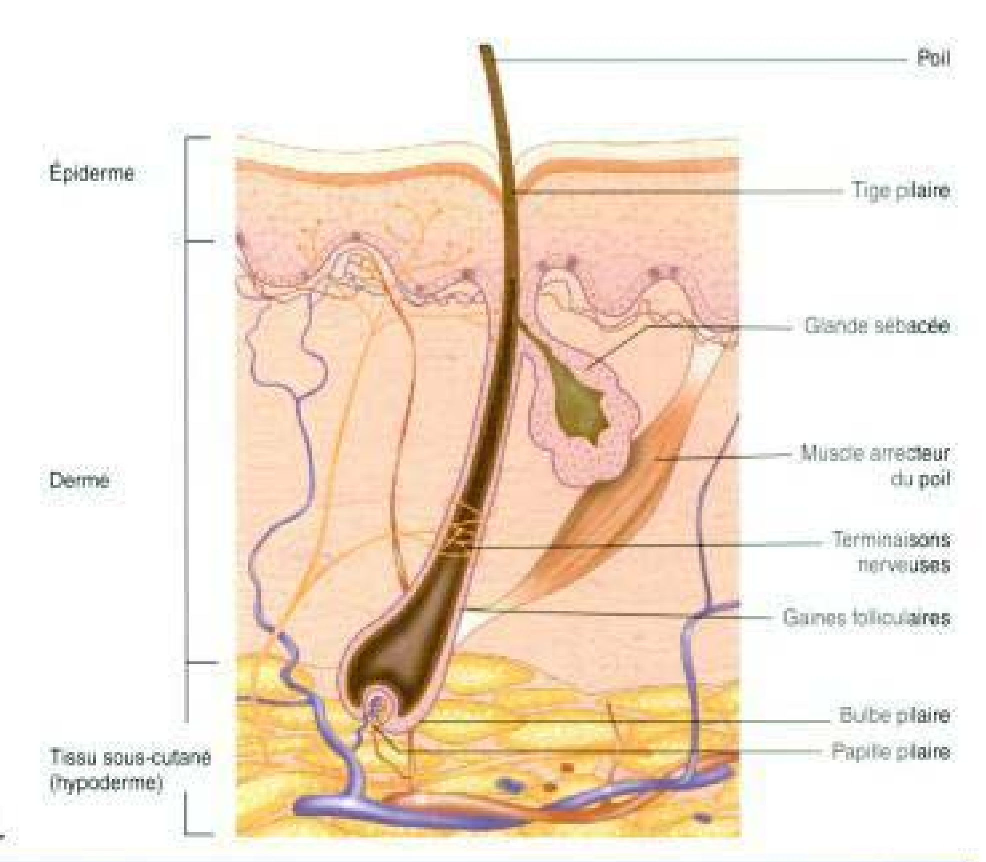


Fig. 11.2.
Annexes épithéliales de la peau : poil et follicule pilo-sébacé. Anatomie microscopique générale.

follicule pileux au derme. Il est absent au niveau des cils, des sourcils, des poils du nez et de l'oreille, et de la barbe. Leur fonction est l'érection du poil (notion de « chair de poule »), mais aussi la compression et l'évacuation des glandes sébacées. Ils sont innervés par des fibres sympathiques.

f. *Disque pilaire (« Haarscheibe »)*

Situé à l'arrière du poil, il constitue un organe tactile particulièrement riche en cellules de Merkel.

2. Types de poils

Il existe différents types de poils :

- les *poils terminaux*, longs et solides, qui sont pigmentés et pour certains pourvus d'une médulla ;
- les *duvets*, fins, souples, peu pigmentés et dépourvus de médulla ;
- les *poils intermédiaires*.

Le *lanugo* correspond à des poils très fins transitoires observés chez les nouveau-nés.

La pilosité est très variable selon les individus, selon le sexe et selon les diverses populations géographiques.

Selon les régions du corps et selon l'influence de la puberté et du sexe, plusieurs catégories spécifiques de poils peuvent être distinguées :

- poils constants présents chez l'homme et la femme dès la naissance :
  - cheveux (au nombre de cent mille à cent cinquante mille, poussant de 0,3 à 0,5 mm par jour, soit environ 1 cm par mois, et pouvant atteindre une longueur considérable jusqu'à plus de 2 m),
  - sourcils (poils de la région supraorbitaire, au nombre d'environ sept cents),
  - cils (poils de l'extrémité libre des paupières, au nombre d'environ quatre-vingts par paupière soit trois cent vingt au total),
  - vibrisses (poils du vestibule nasal) ;
- poils apparaissant à la puberté (caractère sexuel secondaire) :
  - constants dans les deux sexes : poils axillaires (environ six mille), poils pubiens (environ sept mille) ;
  - caractéristiques du sexe masculin : barbe (poils des joues, de la lèvre inférieure et du menton, au nombre d'environ quinze mille, pouvant atteindre une longueur considérable jusqu'à plus de 2 m) et moustache (poils de la lèvre supérieure).

B. **Glandes sudorifères**

Les glandes sudorifères (ou sudoripares, ou sudorales) sont présentes sur toute la surface corporelle. Elles sécrètent la *sueur* et ont un rôle essentiel dans la thermorégulation et l'équilibre hydroélectrolytique. Deux types de glandes sudorales peuvent être distingués : les glandes *eccrines* et les glandes *apocrines*.

1. Glandes sudorifères eccrines

Les glandes sudorifères eccrines sont présentes sur tout le revêtement cutané. Leur densité varie de soixante à trois cents par cm² et est maxi-

male au niveau palmoplantaire (six cents à deux mille par cm^2) ; leur nombre total est de 1,6 à 4 millions pour le corps entier. Elles présentent :

- une portion sécrétoire profonde, le *glomérule sudorifère* (ou peloton sudoral), situé à la jonction de l'hypoderme et du derme ;
- un tubule excréteur, dont la partie terminale intraépidermique hélicoïdale, prenant le nom d'*acrosyringium*, s'abouche à la surface de l'épiderme par le *pore sudoral*.

2. Glandes sudorifères apocrines

De structure analogue aux glandes eccrines, les glandes sudorifères apocrines sont de plus grande taille et leur sécrétion se fait par *décapitation apicale* de la cellule. Elles ne sont présentes qu'au niveau de :

- la fosse axillaire ;
- la région aréolaire (dix à quinze glandes aréolaires, dites de Montgoméry) ;
- la région ombilicale ;
- la région périnéale.

Elles se développent à la puberté sous influence hormonale. Leur fonction odoriférante est mal connue dans l'espèce humaine.
Des glandes apocrines spécialisées existent au niveau du méat acoustique externe (glandes cérumineuses sécrétant le cérumen) et des paupières (glandes ciliaires dites de Moll).

C. **Ongles**

Les ongles sont au nombre de vingt ; ce sont des spécialisations épidermiques kératinisées (groupe des *phanères*) au niveau de la face dorsale de la phalange distale des doigts et des orteils. La croissance est d'environ 1 mm par semaine pour les doigts et 0,3 à 0,5 mm par semaine pour les orteils ; non coupés, ils peuvent atteindre jusqu'à plusieurs dizaines de centimètres de longueur. Ils présentent trois parties : le *corps*, la *matrice* et le *lit* (fig. 11.3).

1. Corps de l'ongle

Le corps de l'ongle (ou *tablette unguéale*), mesurant environ 0,5 mm d'épaisseur, présente :

- quatre bords :
  - bord occulte, proximal, enfoui profondément dans le sinus de l'ongle, se confondant avec la matrice et recouvert par l'*éponychium* (ou cuticule),
  - bord libre, distal, limite de l'usure ou de la taille de l'ongle,
  - bords latéraux, répondant à un pli cutané, le *vallum* de l'ongle ;
- deux faces :
  - face superficielle,
  - face profonde, répondant au lit de l'ongle.

La *lunule* est une zone proximale blanchâtre correspondant à la partie distale de la matrice.

2. Matrice de l'ongle

La matrice est un repli épidermique cutané correspondant au tissu formateur du corps de l'ongle.

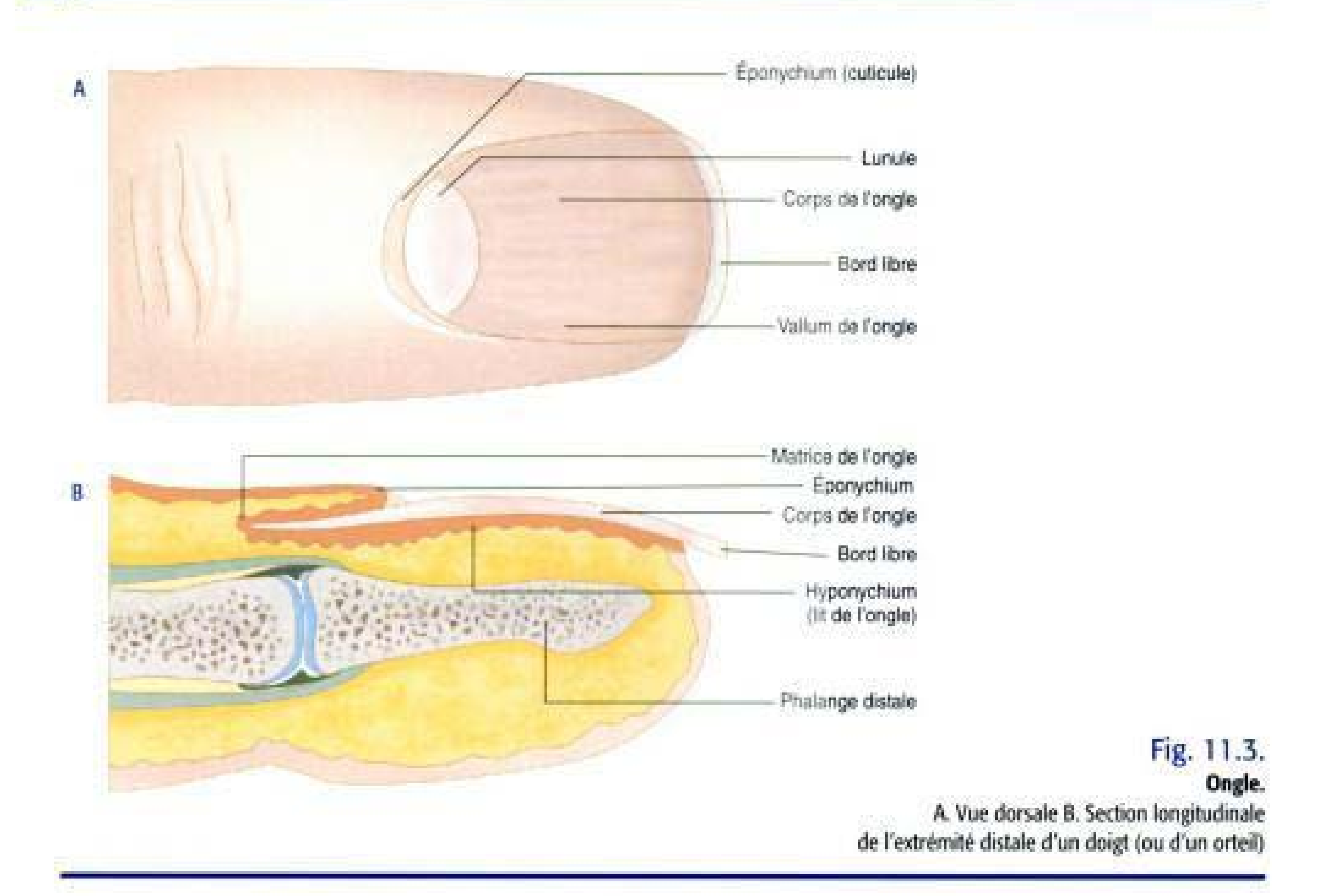


Fig. 11.3.
Ongle.
A. Vue dorsale B. Section longitudinale de l'extrémité distale d'un doigt (ou d'un orteil)

3. Lit de l'ongle

Il correspond à la zone d'accolement de la face profonde de l'ongle. L'épithélium du lit de l'ongle est dénommé *hyponychium*.

IV. Vascularisation et innervation de la peau

1. Vascularisation

Les capillaires sont présents dans tout le derme, particulièrement bien visibles dans les papilles dermiques.

2. Innervation

L'innervation centrifuge de la peau assure la vasomotricité, le contrôle de la sécrétion sudorale et l'arrection du poil. L'innervation centripète est sensitive ; la peau de la pulpe des doigts est la plus richement innervée avec environ deux mille trois cents terminaisons nerveuses par cm^2. Les nerfs sensitifs ont des terminaisons libres isolées ou au contact des cellules de Merkel, ou encore annexées aux poils ou à des corpuscules spécialisés parmi lesquels les corpuscules de Vater-Pacini de l'hypoderme et les corpuscules de Meissner des papilles dermiques, impliqués dans le sens tactile (fig. 11.1).

a. *Corpuscules de Meissner*

Ils occupent la hauteur des papilles dermiques. Ils sont de petite taille et ovoïdes, constitués par l'empilement horizontal de cellules de Schwann

entre lesquelles passe en spirale un axone. Ils sont abondants au niveau de la pulpe des doigts.

b. *Corpuscules de Vater-Pacini*

Ils siègent dans l'hypoderme des régions palmoplantaires et génitales. De grande taille, ils sont visibles à l'œil nu. Ils présentent une structure caractéristique en lamelles concentriques en « bulbe d'oignon ».

c. *Corpuscules génitaux*

Ils sont situés au niveau du gland, des petites lèvres et du clitoris.

d. *Organes cutanéomuqueux*

Ils sont situés au pourtour des orifices digestifs : lèvres et région péri-anale.

POINTS CLÉS

- Le tégument commun comprend la peau, le tissu sous-cutané (ou hypoderme) et les annexes cutanées (follicules pilosébacés, glandes sudorifères et ongles).
- La peau, ou couche cutanée, est composée de deux parties : l'épiderme et le derme.
- L'épiderme, couche superficielle de la peau, est un épithélium pavimenteux stratifié kératinisé de type malpighien présentant cinq couches, avec de la profondeur vers la superficie : stratum basale, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lucidum et stratum corneum.
- L'épiderme présente quatre types cellulaires : les kératinocytes, les mélanocytes produisant la mélanine, pigment spécifique, responsable de la couleur de la peau, les cellules de Merkel et les cellules de Langerhans.
- Chaque poil correspond à un follicule pilaire auquel est annexée une glande sébacée, glande multilobée à sécrétion holocrine.
- Les glandes sudorifères (ou sudoripares, ou sudorales), présentes sur toute la surface corporelle, sécrètent la sueur et ont un rôle essentiel dans la thermorégulation et l'équilibre hydro-électrolytique.

ENTRAÎNEMENT

QCM

1. Parmi les propositions suivantes concernant la peau, lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** L'épiderme et le derme sont d'origine embryologique ectodermique.
- ❑ **B.** L'hypoderme est d'origine embryologique entodermique.
- ❑ **C.** Le derme est essentiellement constitué par des fibres de collagène.
- ❑ **D.** Le derme est dépourvu d'éléments vasculonerveux.
- ❑ **E.** Les muscles peauciers sont situés dans l'hypoderme.

2. Parmi les propositions suivantes concernant l'épiderme, lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** Les kératinocytes sont présents dans toutes les couches de l'épiderme.
- ❑ **B.** Dans le stratum basale, les kératinocytes ont un aspect lamellaire.
- ❑ **C.** Le stratum lucidum est surtout visible dans les régions palmoplantaires.
- ❑ **D.** Les kératinocytes du stratum corneum sont anucléés.
- ❑ **E.** Les cellules de Langerhans ont un rôle immunitaire.

3. Parmi les propositions suivantes concernant les mélanocytes, lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** Ils sont aussi dénommés cellules de Merkel.
- ❑ **B.** Ils dérivent de la crête neurale.
- ❑ **C.** Ils ont, entre autres, un rôle de capteurs nerveux sensitifs.
- ❑ **D.** Les mélanosomes contenant la mélanine sont exclusivement présents dans les mélanocytes.
- ❑ **E.** La couleur plus ou moins foncée de la peau dépend du nombre de mélanocytes.

4. Parmi les propositions suivantes concernant la structure du poil, lesquels sont exactes ?

- ❑ **A.** La moelle, ou *medulla centrale*, de la tige pilaire est la zone responsable de la croissance du poil.
- ❑ **B.** Les cellules de la tige pilaire sont très riches en kératines.
- ❑ **C.** Le muscle arrecteur du poil est innervé par des fibres sympathiques.
- ❑ **D.** Le disque pilaire constitue un organe tactile particulièrement riche en cellules de Merkel.
- ❑ **E.** Un corpuscule de Vater-Pacini est présent au niveau de la plupart des bulbes pilaires.

5. Parmi les propositions suivantes concernant les poils, lesquels sont exactes ?

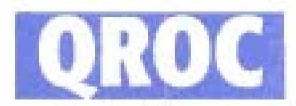
- ❑ **A.** Les cils et les sourcils sont dépourvus de muscle arrecteur.
- ❑ **B.** Le lanugo correspond à des poils très fins transitoires observés chez les nouveau-nés.
- ❑ **C.** Les cheveux, la moustache et la barbe sont les seuls poils à croissance continue.
- ❑ **D.** La croissance des cheveux est d'environ 0,3 à 0,5 mm par jour.
- ❑ **E.** Les poils et les ongles sont des phanères.

6. Parmi les propositions suivantes concernant les glandes cutanées, lesquels sont exactes ?

- ❑ **A.** Chaque follicule pileux présente une glande sébacée.
- ❑ **B.** Les glandes sébacées sont des glandes à sécrétion holocrine.
- ❑ **C.** Les glandes sudorifères apocrines sont présentes principalement dans les régions palmoplantaires.
- ❑ **D.** Les glandes cérumineuses sont des variétés de glandes sudorifères apocrines.
- ❑ **E.** Le glomérule sudorifère des glandes eccrines est situé dans l'épiderme.

7. Parmi les propositions suivantes concernant les ongles, lesquels sont exactes ?

- ❑ **A.** Les ongles sont des formations acellulaires.
- ❑ **B.** L'hyponychium correspond au bord proximal occulte de l'ongle.
- ❑ **C.** L'éponychium recouvre le bord proximal occulte de l'ongle.
- ❑ **D.** La croissance des ongles est d'environ 0,3 à 0,5 mm par jour.
- ❑ **E.** La cuticule est la zone de croissance de l'ongle.



1. Citer les différentes couches de l'épiderme, de la profondeur à la superficie.
2. Citer les principaux types cellulaires de l'épiderme.
3. Dans quelles cellules sont présents les mélanosomes contenant la mélanine ?
4. Quelles sont les cellules à l'origine des réactions immunitaires cutanées ?
5. Citer les deux principaux types de glandes cutanées.
6. Citer les différents types de sécrétion des glandes cutanées.
7. Donner la localisation des glandes sudorifères apocrines.
8. Définir l'hyponychium.
9. Donner le siège des corpuscules de Meissner.
10. Quel est l'aspect morphologique des corpuscules de Vater-Pacini ?

Pour les corrections, se reporter à la page 303.

12 Appareil cardiovasculaire

La circulation sanguine s'effectue dans un système tubulaire fermé. Il est composé d'un élément central, le cœur, et de structures périphériques, les vaisseaux. L'étude du cœur en clinique se nomme cardiologie, l'étude du système circulatoire en clinique se nomme angéiologie (ou angiologie).

Le cœur correspond à une pompe centrale d'un point de vue fonctionnel ou à un carrefour d'un point de vue topographique.
Les vaisseaux sanguins comportent.
- ceux qui partent du cœur : les artères (voies efférentes) ;
- ceux qui arrivent au cœur : les veines (voies afférentes).

Les veines drainent par ailleurs les vaisseaux lymphatiques terminaux.

I. Circulation du sang

La circulation du sang au sein de ce système ne se fait que dans un seul sens grâce à l'existence de valves au niveau de l'entrée et de la sortie des cavités ventriculaires.
Tous ces éléments sont organisés en deux circulations (fig. 12.1) :
- la *circulation générale*, ou systémique, ou « grande circulation » ;
- la *circulation pulmonaire*, ou « petite circulation ».

1. Circulation générale

La circulation générale est constituée par le ventricule gauche, l'aorte, le système artériel, le réseau capillaire au niveau des différents organes puis le système veineux, les veines caves et l'atrium droit.
La désaturation du sang se produit au niveau des capillaires des différents organes.
C'est la circulation de l'oxygénation des tissus.

Veine cave supérieure
Arc aortique
Tronc de l'artère pulmonaire
Auricule gauche
Auricule droite
Cuspide semilunaire antérieure
Cuspide semilunaire droite
Valve pulmonaire
Atrium droit
Cuspide semilunaire gauche
Valve tricuspide
Cuspide antérieure
Cuspide septale
Cuspide postérieure
Infundibulum pulmonaire
Muscle papillaire septal
Trabécule septomarginale
Cordage tendineux
Muscle papillaire antérieur
Muscle papillaire postérieur
Trabécule charnue

Fig. 12.6.
Vue médiale du ventricule droit.

A
Arc de l'aorte
Auricule gauche
Artères pulmonaires
Veines pulmonaires
Valve du foramen ovale
Valve mitrale
Ventricule gauche

B
Aorte ascendante
Veine pulmonaire droite
Œsophage
Ventricule droit
Atrium gauche
Veine pulmonaire gauche
Aorte thoracique

Fig. 12.7.
Atrium gauche.
A. Vue interne. B. Image tomodensitométrique montrant les veines pulmonaires supérieures droite et gauche entrant dans l'atrium gauche.

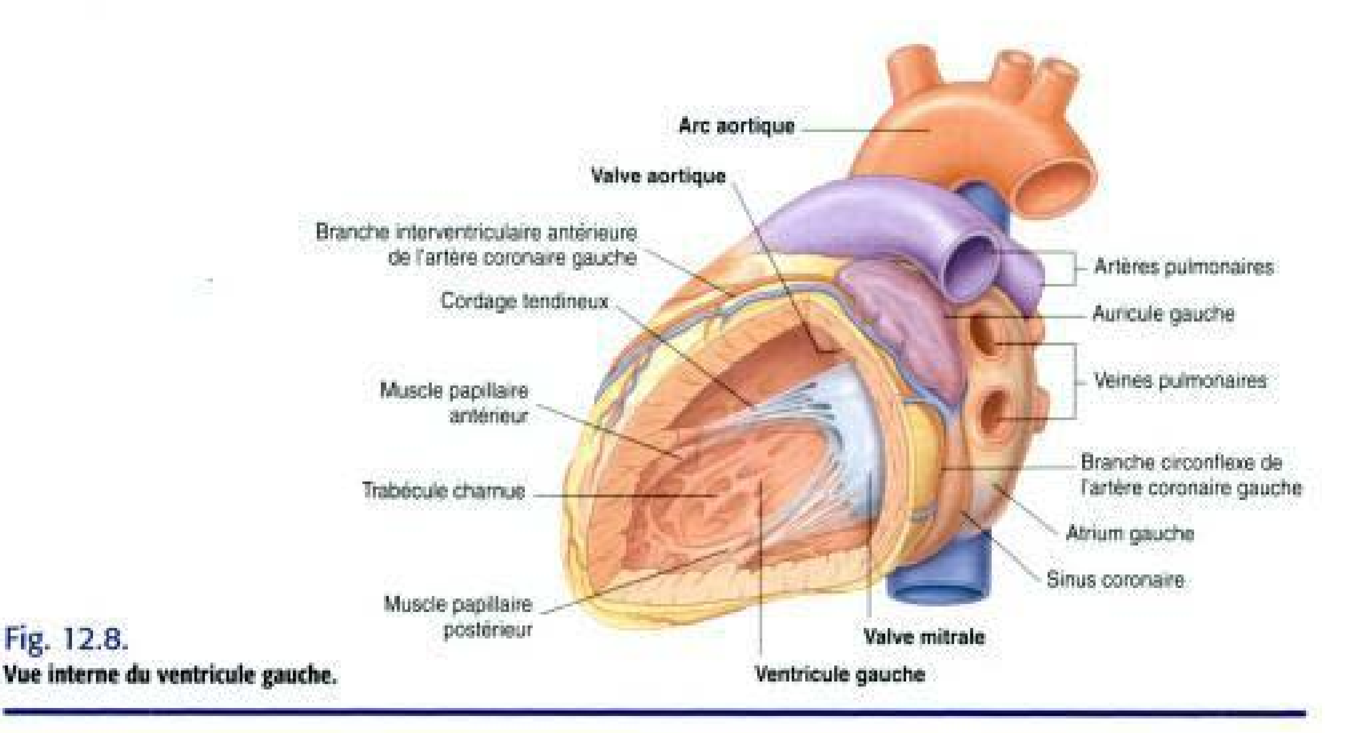


Fig. 12.8.
Vue interne du ventricule gauche.

b. *Cœur gauche*

Le cœur gauche véhicule le sang riche en oxygène.
Il est constitué par l'*atrium gauche* (fig. 12.7), qui reçoit le sang provenant *des veines pulmonaires droites et gauches*, de l'orifice atrioventriculaire gauche qui comporte l'appareil valvulaire atrioventriculaire gauche, ou *valve mitrale*, puis du *ventricule gauche* (fig. 12.8). Celui-ci éjecte le sang à haute pression au travers de la *valve aortique*, dans l'aorte jusqu'au niveau de chacune de ses branches collatérales avant de se distribuer aux artérioles puis aux vaisseaux capillaires au niveau de chaque organe.

- *Les auricules droite (fig. 12.5) et gauche (fig. 12.7) sont deux cavités accessoires, prolongements respectifs des atriums droit et gauche.*

c. *Septums*

Les cœurs droit et gauche sont séparés par une cloison dénommée *septum interatrial* entre les atriums, et septum *interventriculaire* entre les ventricules (fig. 12.9).

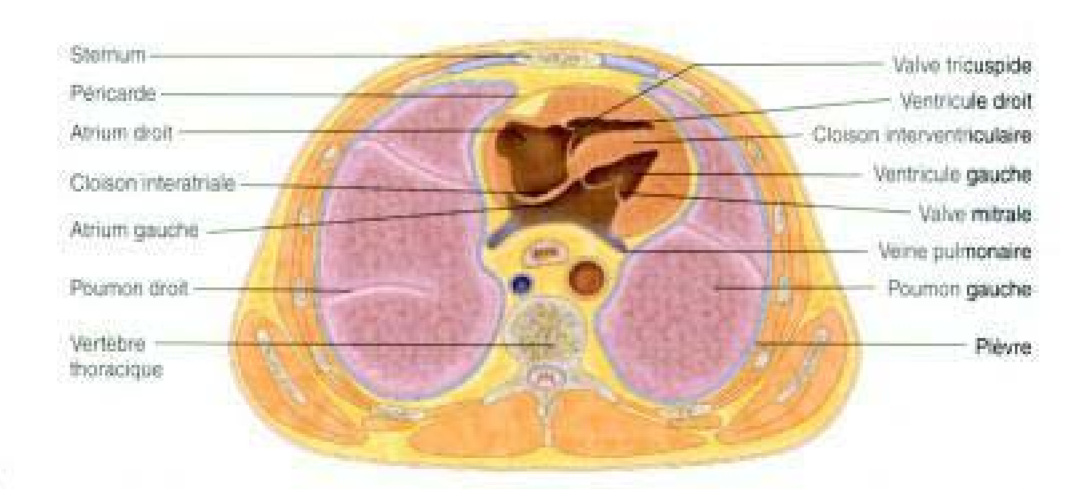


Fig. 12.9.
Coupe des quatre cavités cardiaques (niveau TVIII).

En surface, les ventricules droit et gauche sont séparés par une dépression située à l'aplomb du septum interventriculaire, les *sillons interventriculaires* antérieur et postérieur dans lesquels cheminent des *vaisseaux coronaires*.

D. Structure

1. Tuniques cardiaques

Le cœur est constitué de trois tuniques. De dehors en dedans :
- l'*épicarde*, qui est le feuillet viscéral du péricarde séreux ;
- le *myocarde*, qui est la couche musculaire fonctionnelle ;
- l'*endocarde*, qui est l'épithélium vasculaire, ou endothélium, tapissant les cavités.

2. Valves cardiaques

Les *valves cardiaques* correspondent au système antiretour. Elles sont toutes constituées de feuillets valvulaires, ou valvules ou cuspides ou sigmoïdes.
Toutes les valves cardiaques sont tricuspides – c'est-à-dire qu'elles ont trois valvules –, sauf la mitrale qui n'en a que deux.
Il existe deux types de valves qui ont des architectures spécifiques en fonction de leur physiologie :
- les *valves atrioventriculaires* présentent une organisation en appareil valvulaire avec un anneau, les feuillets valvulaires, des cordages tendineux et des muscles papillaires. Ces deux derniers éléments constituent l'appareil sous-valvulaire. Ces valves sont faites pour fonctionner en systole, donc pour résister à l'éjection sanguine (flux à haute pression) sans gêner le remplissage ventriculaire en diastole ;
- les *valves artérielles* (aortique et pulmonaire) présentent une organisation de feuillets appendus à la paroi du vaisseau. Elles sont classiquement décrites en « nid de pigeon » (fig. 12.10). Elles ne présentent pas d'appareil sous-valvulaire ; elles sont faites pour fonctionner en diastole et pour résister au reflux sanguin (flux à basse pression) sans gêner l'éjection ventriculaire en systole.

E. Vascularisation

1. Artères coronaires

Le cœur est vascularisé par les artères coronaires. Il existe deux artères coronaires : la *coronaire droite* et la *coronaire gauche* (fig. 12.11). La

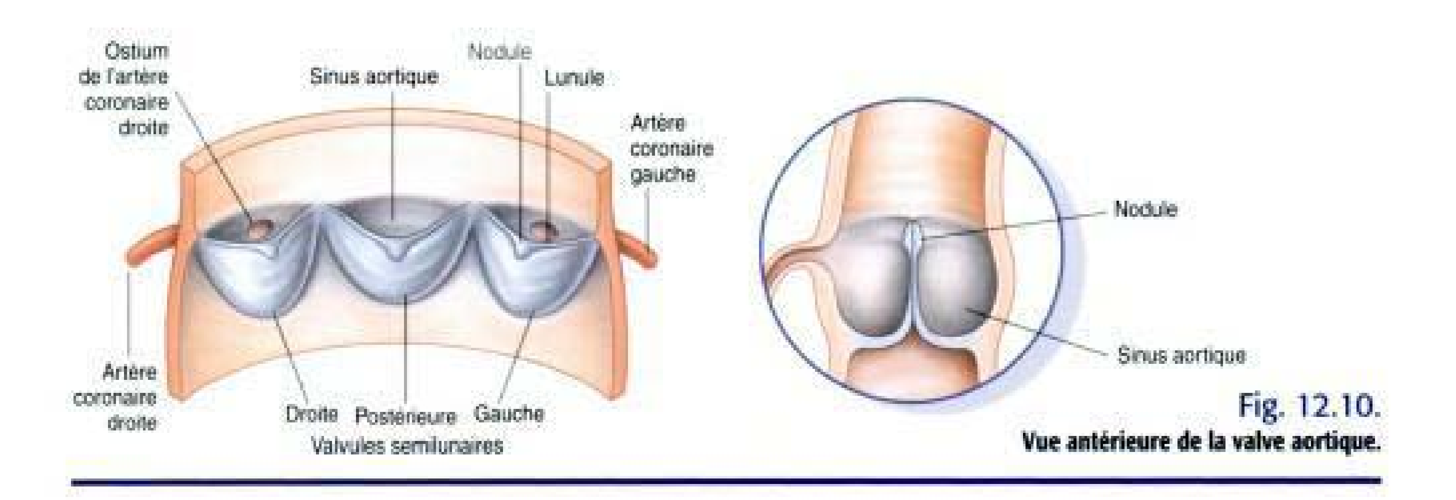


Fig. 12.10.
Vue antérieure de la valve aortique.

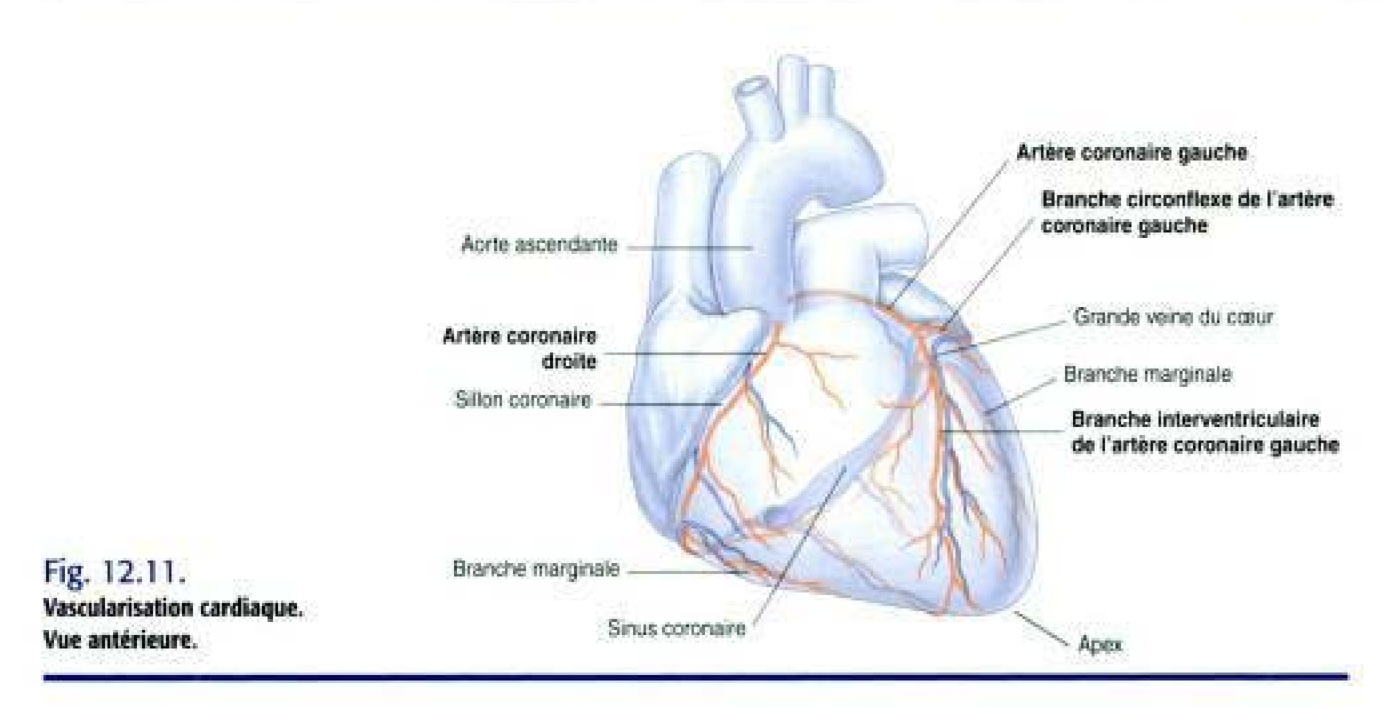


Fig. 12.11.
Vascularisation cardiaque.
Vue antérieure.

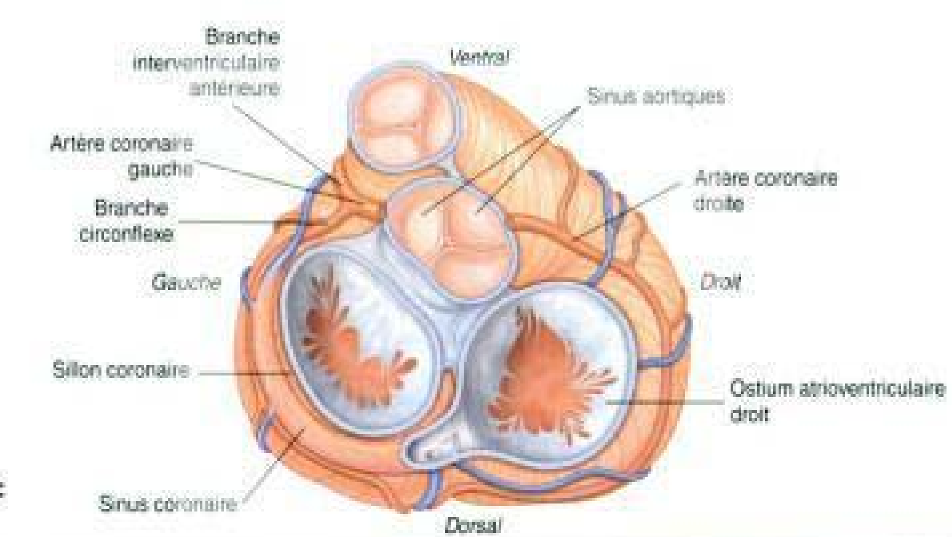


Fig. 12.12.
Vascularisation cardiaque.
Vue supérieure (atriums réséqués) : corona.

coronaire gauche donne deux branches terminales : l'*artère interventriculaire antérieure* et l'*artère circonflexe*. Les artères coronaires sont destinées à irriguer le myocarde. Elles naissent de l'aorte ascendante au niveau des sinus aortiques juste au-dessus des valvules antérieures. Elles sont perfusées en diastole.

Leurs troncs (portion initiale) cheminent dans les sillons auriculoventriculaires dans un plan perpendiculaire au grand axe du cœur, réalisant une couronne (*corona*) autour de la base du cœur (fig. 12.12).

Ces trois branches principales déterminent ainsi les trois territoires à revasculariser en chirurgie coronaire (pontage coronaire) (fig. 12.13).

L'exploration des artères coronaires s'effectue par coronarographie.

2. Drainage veineux

Le drainage veineux est assuré par la *grande veine du cœur*. Celle-ci participe à la constitution du *sinus coronaire* qui s'abouche dans l'atrium droit (fig. 12.11 et 12.12).

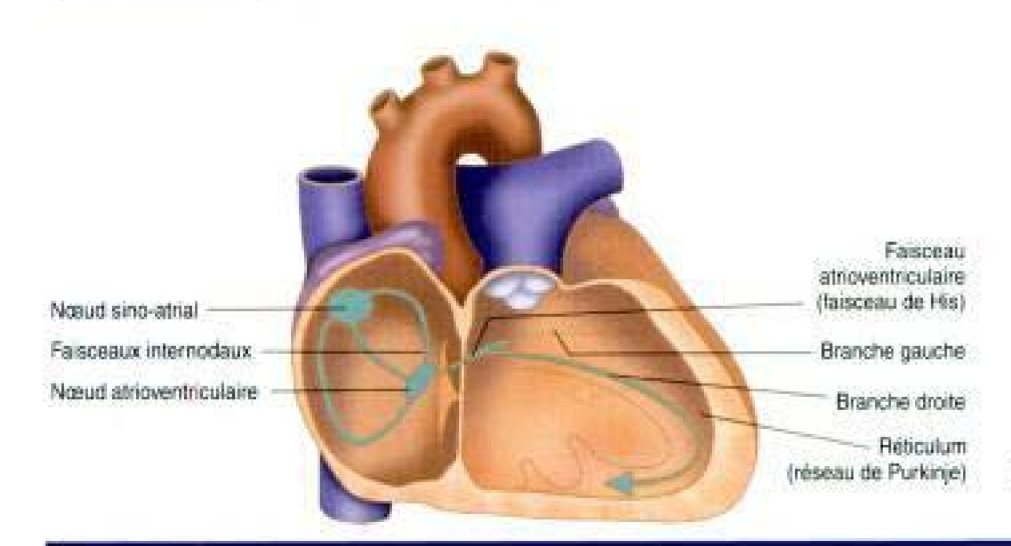


Fig. 12.14.
Innervation intrinsèque du cœur : tissu cardionecteur.

2. Innervation extrinsèque

Parallèlement à cette innervation, il existe une innervation dite extrinsèque qui dépend des systèmes végétatifs sympathique (ganglions cervicaux) et parasympathique (nerf vague), par l'intermédiaire des nerfs cardiaques. Cette innervation participe notamment à la régulation du rythme cardiaque.

III. Système artériel

Les artères constituent les conduits qui éloignent le sang du cœur :

- la grande majorité des artères ont pour origine l'*aorte* avant de se distribuer à chacun des organes. Elles véhiculent le sang oxygéné ;
- l'*artère pulmonaire* éloigne le sang non oxygéné du ventricule droit, elle se divise en multiples branches qui vont se répartir dans les poumons.

Les pulsations artérielles sont synchrones des battements cardiaques.

A. Structure

Une artère comprend trois tuniques :

- une tunique externe, ou *adventice*, conjonctive, qui contient les vaisseaux et nerfs de l'artère ;
- une tunique intermédiaire, ou *média*, musculo-élastique, dont l'épaisseur est fonction de la pression artérielle ; elle est séparée de la précédente par une couche de fibres élastiques que l'on nomme limitante élastique externe ;
- une tunique interne, ou *intima*, qui supporte l'*endothélium*, couche cellulaire continue qui s'oppose à la coagulation en situation normale, c'est-à-dire en dehors de toute brèche de la paroi. Cette dernière couche est séparée de la média par une couche de fibres élastiques que l'on nomme limitante élastique interne.

Plus les artères sont proches du cœur, plus la composante élastique est importante ; plus les artères sont éloignées du cœur, plus la composante musculaire est importante.

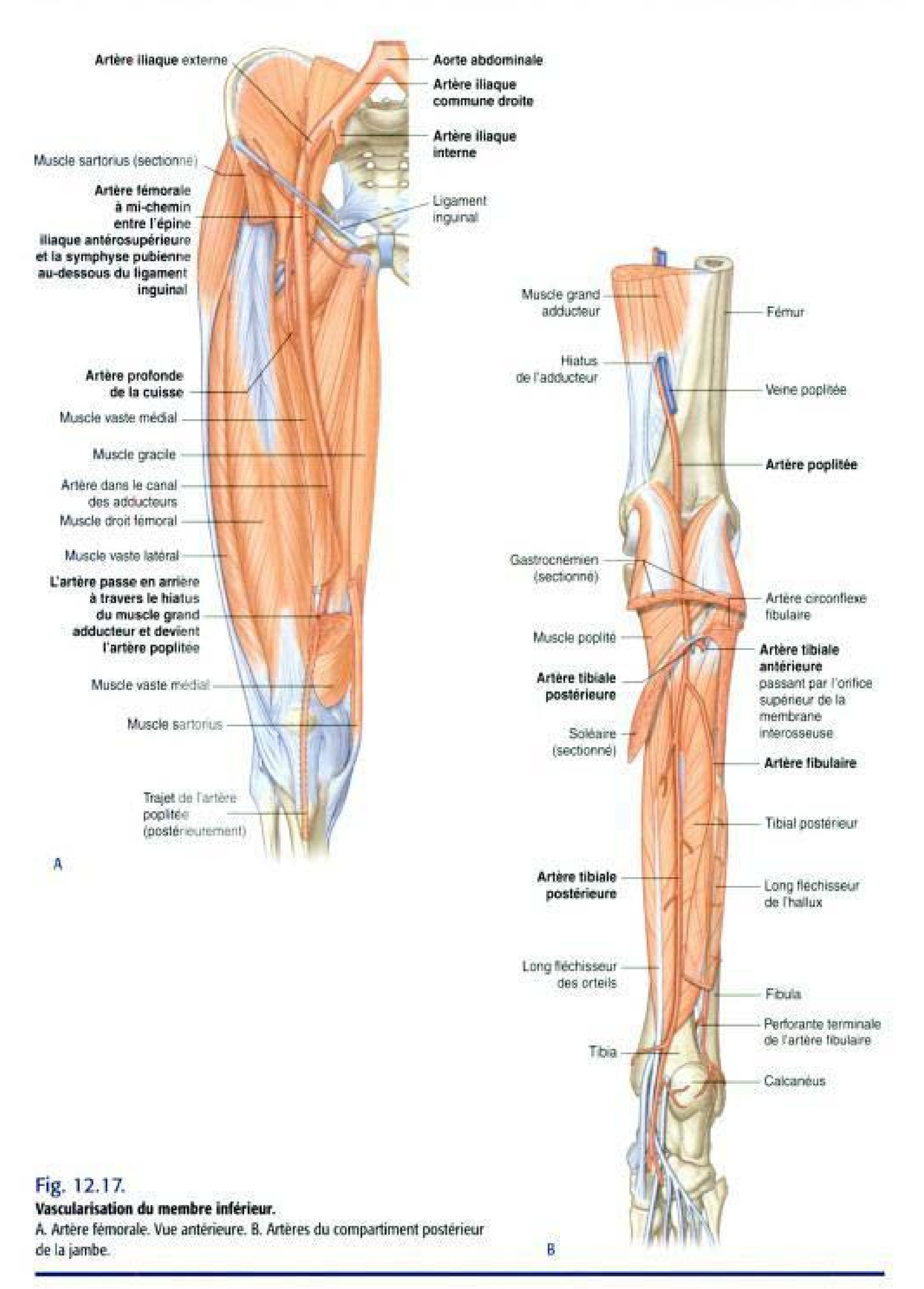


Fig. 12.17.
Vascularisation du membre inférieur.
A. Artère fémorale. Vue antérieure. B. Artères du compartiment postérieur de la jambe.

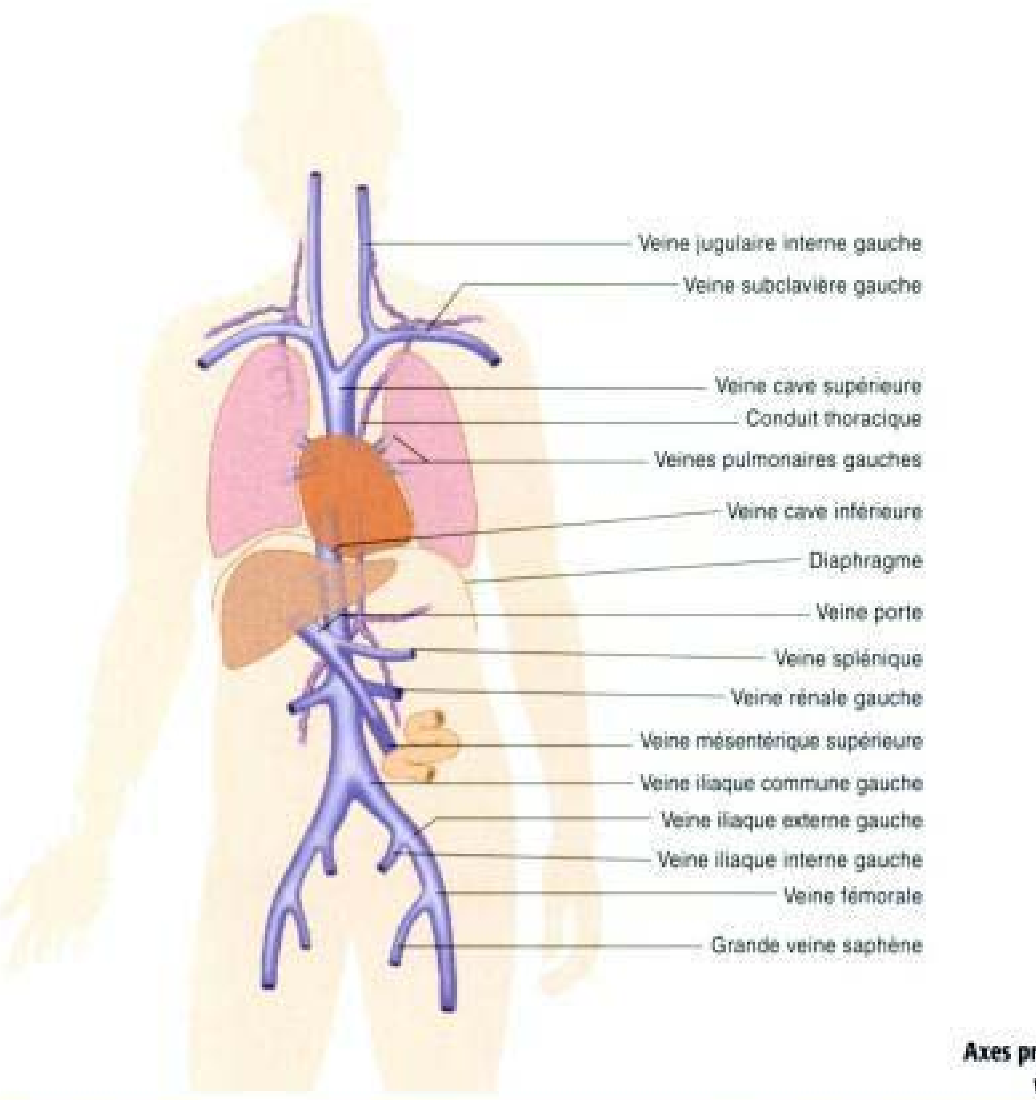


Fig. 12.18.
Axes principaux de la distribution veineuse du corps humain.

Ainsi, l'obstruction d'un axe à distribution terminale entraîne une ischémie – souffrance et destruction du tissu qui n'est plus vascularisé –, qui conduit à l'infarctus. En cas d'existence d'anastomoses, l'obstruction d'un axe artériel, n'entraîne pas d'ischémie du fait de l'existence d'une *suppléance artérielle* par les vaisseaux de voisinage.

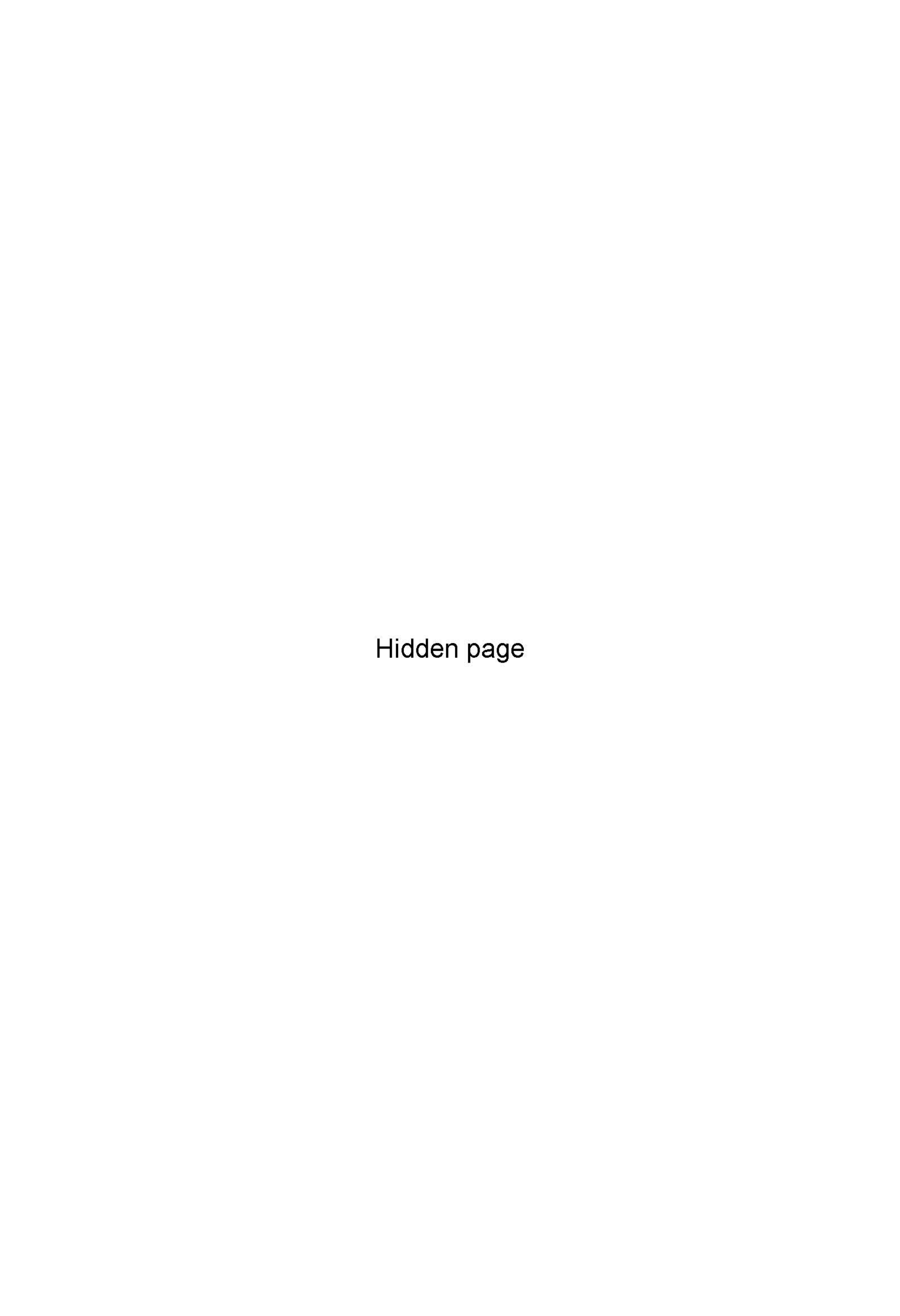
IV. Système veineux

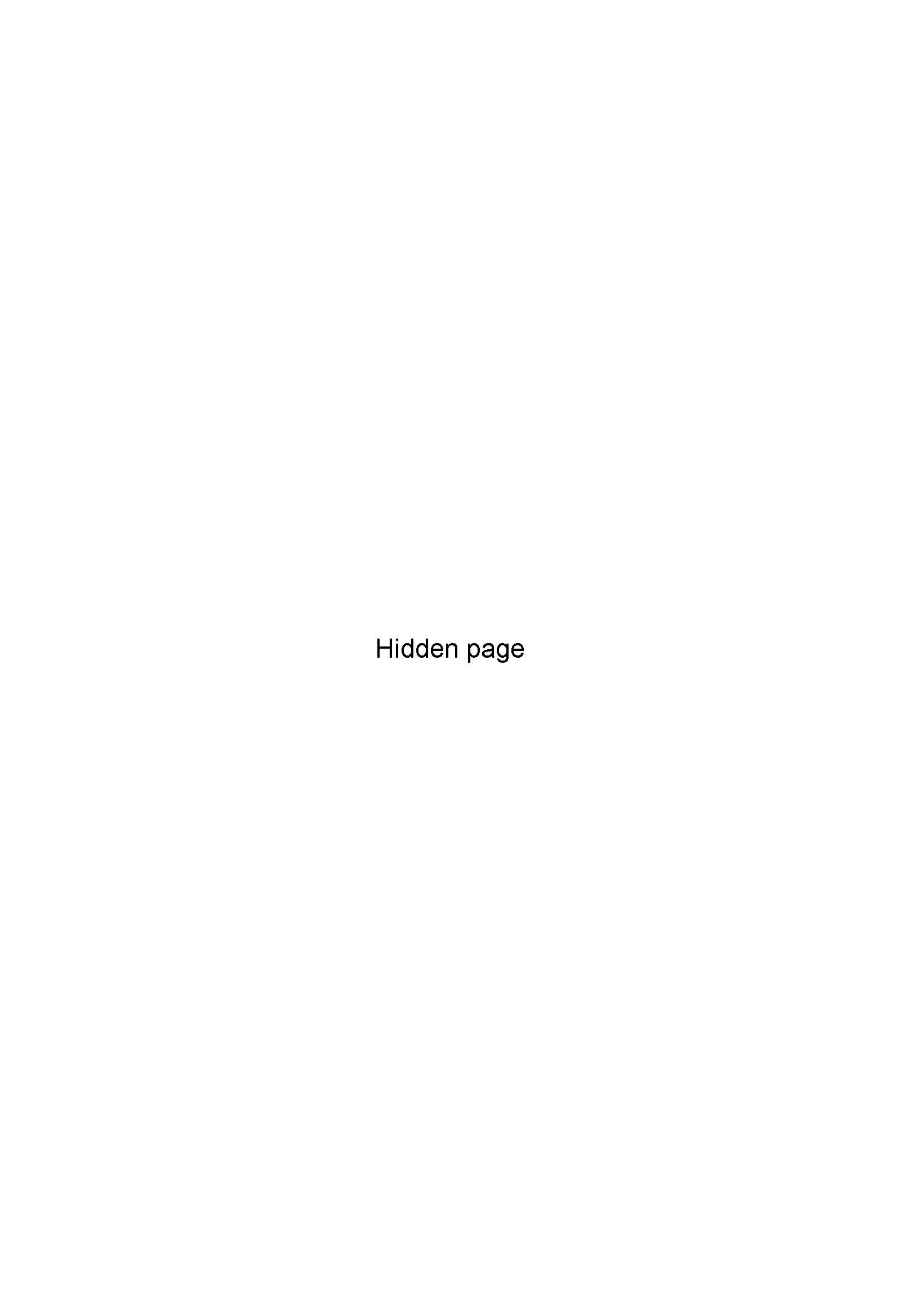
Les veines constituent les conduits sanguins qui ramènent le sang vers le cœur (fig. 12.18).

A. Structure

La paroi des veines est constituée d'un endothélium et d'une couche mince de fibres musculaires lisses. Au niveau des membres, il existe deux types de veines :
- les veines superficielles, qui sont sous-cutanées ;
- les veines profondes, qui sont musculaires.

Hidden page


Hidden page


Hidden page

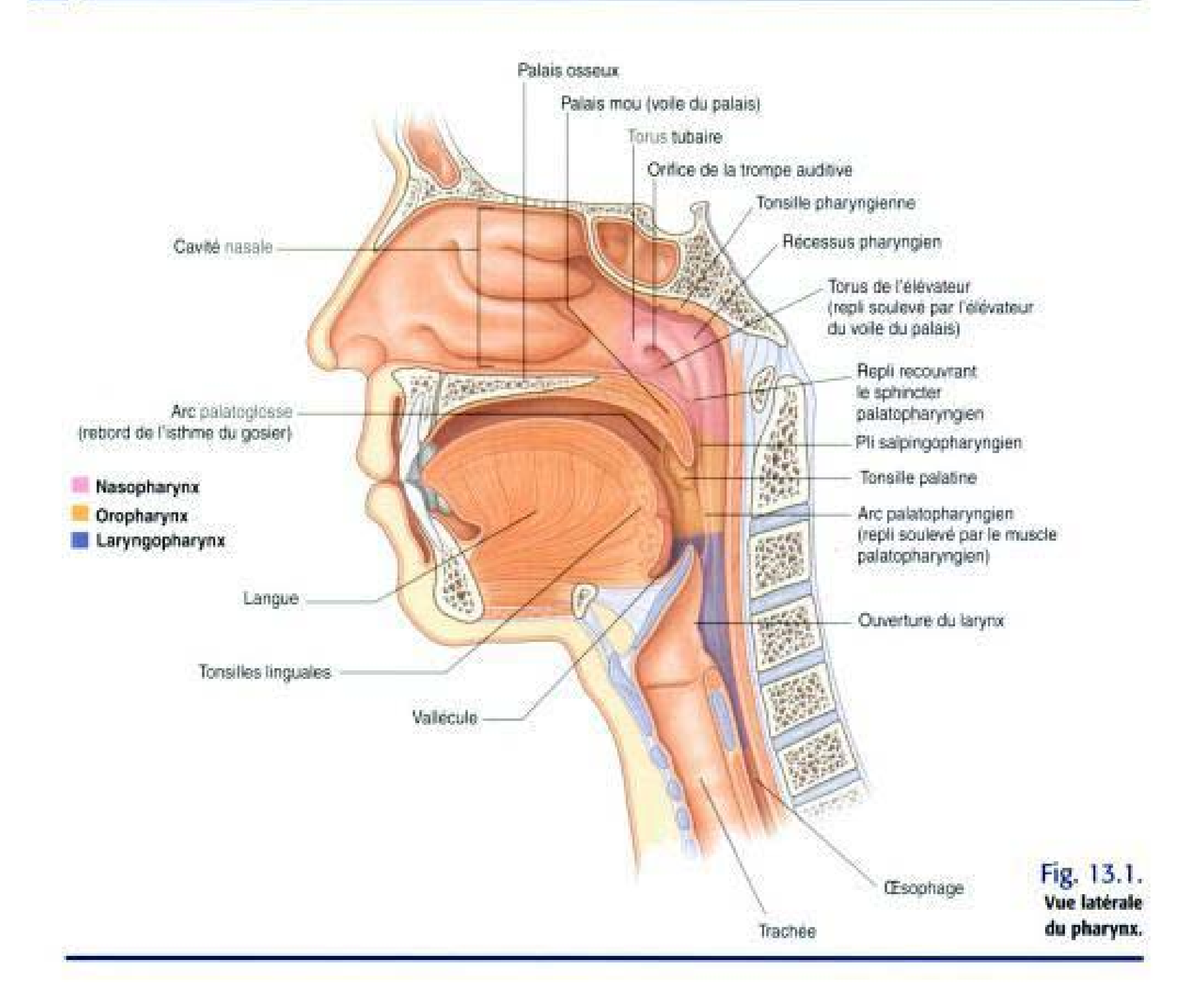


Fig. 13.1. **Vue latérale du pharynx.**

B. Organes de l'intestin tronculaire

1. Œsophage

L'œsophage a un trajet vertical de 25 cm de long (fig. 13.2). Il traverse trois régions :

- *cervicale*, du niveau de la sixième vertèbre cervicale (CVI) à l'orifice supérieur du thorax (TII) ; il est en arrière de la trachée et en avant de la colonne vertébrale ;
- *thoracique*, située dans le médiastin postérieur, se terminant lors de la traversée diaphragmatique à hauteur de la dixième vertèbre thoracique (TX) ;
- *abdominale*, qui descend obliquement en bas et à gauche sur 4 cm et rejoint la jonction œsogastrique, ou cardia.

▪ Le pylore est souvent considéré comme étant l'orifice pylorique lui-même (et son puissant sphincter) ; alternativement, le terme désigne l'orifice, le sphincter ainsi que le court canal pylorique qui prolonge l'antre.

2. Estomac

L'estomac est un segment dilaté du tube digestif. Il commence au *cardia* et se termine au *pylore* (fig. 13.3). Il a deux faces (antérieure et postérieure) et deux bords :

- Le cæcum appartient au côlon droit, ou *ascendant*, qui monte verticalement jusqu'à l'angle colique droit.
- Le *côlon transverse* s'étend de l'angle colique droit à l'angle colique gauche.
- Le côlon gauche, ou *descendant*, se termine dans la fosse iliaque gauche.
- Le *côlon sigmoïde*, qui fait suite au côlon descendant, se termine en regard de la troisième pièce sacrale SIII ; il a une forme de « S » et est mobile.

De chaque côté, les côlons ascendant et descendant sont fixes en raison de l'accolement des *mésocôlons* avec le péritoine pariétal postérieur. Le côlon transverse est mobile rattaché par un mésocôlon en arrière selon une racine oblique en haut et à gauche.

■ *Un mésocôlon est au côlon ce qu'un mésentère est à l'intestin.*

La racine du mésocôlon transverse sépare l'abdomen en deux étages : *supramésocolique* et *inframésocolique*.

Appendice

L'appendice (ou appendice vermiforme) est une formation lymphoïde cylindrique et creuse de 6 à 8 cm de long sur 4 à 8 mm de diamètre qui s'implante au niveau du cæcum. En situation modale, l'appendice descend le long de la face médiale du cæcum. Sa base se projette sur la paroi abdominale antérieure à la jonction du tiers externe et du tiers moyen d'une ligne joignant l'épine iliaque antérosupérieure droite à l'ombilic (point de Mac Burney). La position de l'appendice est variable, pouvant être précæcale, rétrocæcale, sous-hépatique, mésocœliaque (la pointe est au milieu des anses grêles), pelvienne (l'extrémité est chez la femme au contact de l'ovaire droit).

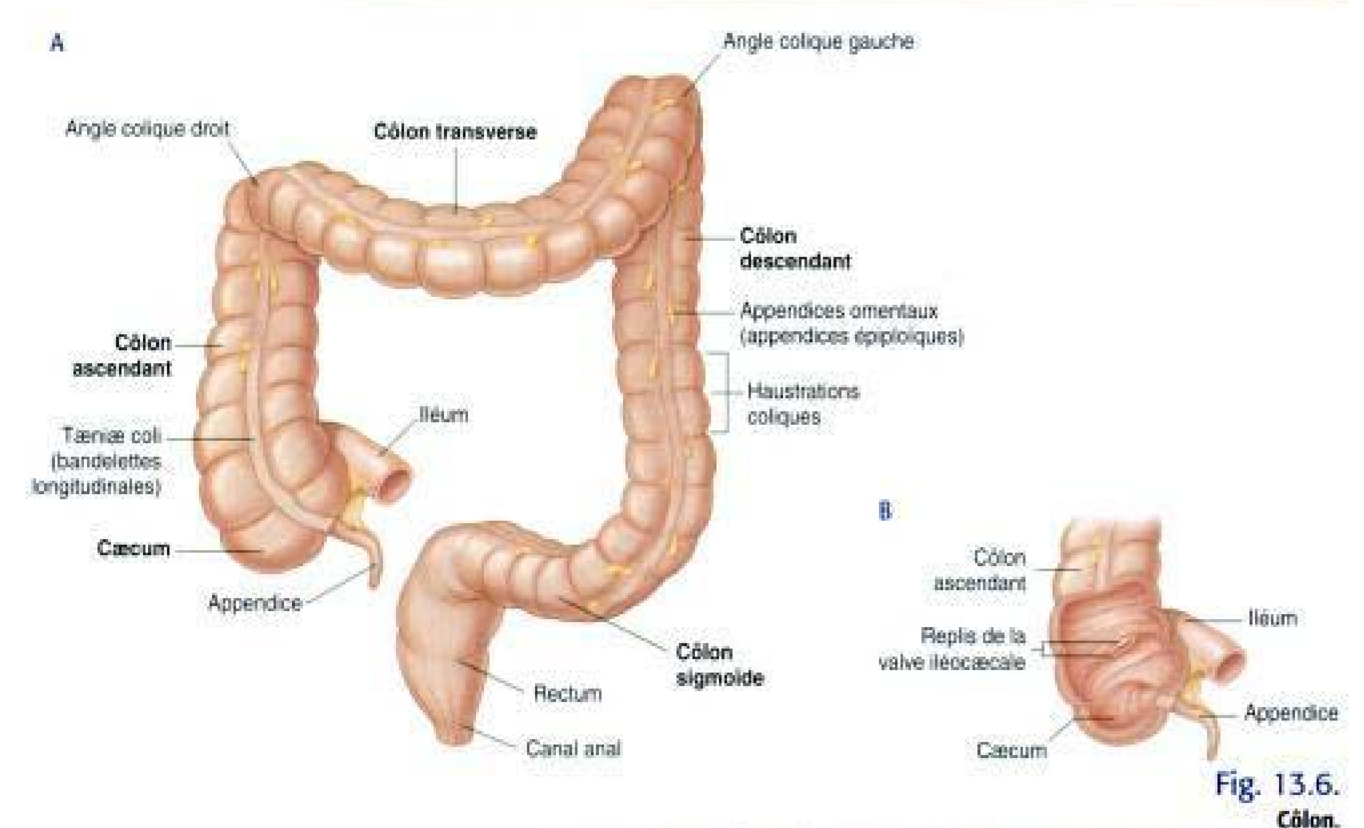


Fig. 13.6.
Côlon.
A. Vue générale. B. Illustration montrant la jonction iléocæcale et la valve iléocæcale.

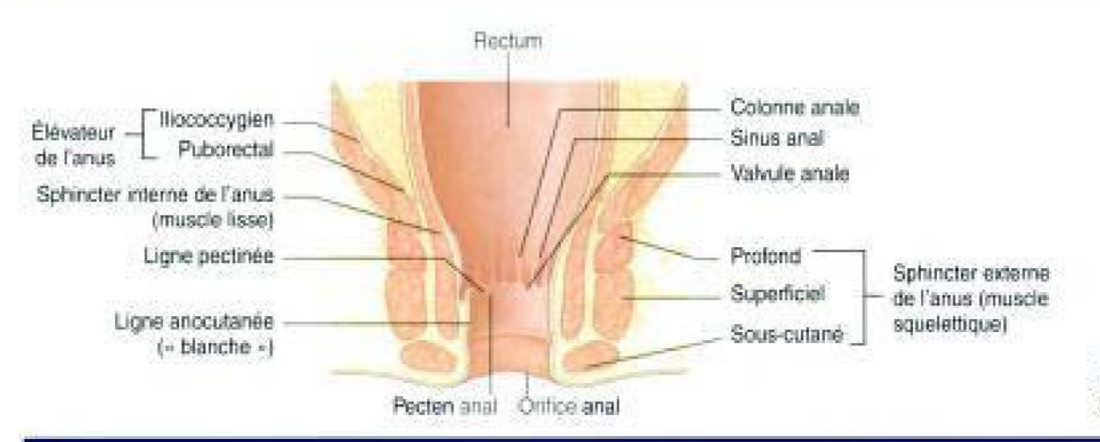


Fig. 13.8.
Structure du canal anal sur une coupe frontale.

II. Glandes annexes

A. Glandes salivaires

Les glandes salivaires sont satellites de la cavité orale. Il en existe trois principales.

1. Glande parotide

C'est la plus volumineuse des glandes salivaires (fig. 13.9, A). Elle est située en arrière de la branche montante de la mandibule. Le *conduit parotidien* (dit de Sténon) s'abouche dans le vestibule de la cavité orale à la hauteur de la deuxième molaire supérieure. Le *nerf facial* (VIIe paire de nerfs crâniens) divise par ses branches terminales la glande en deux parties, latérale et médiale (fig. 13.9, B).

2. Glande submandibulaire

Plus petite que la glande parotide, elle se situe sous le bord inférieur de la mandibule (fig. 13.10). Le *conduit submandibulaire* s'abouche dans la cavité orale en dehors du frein de la langue.

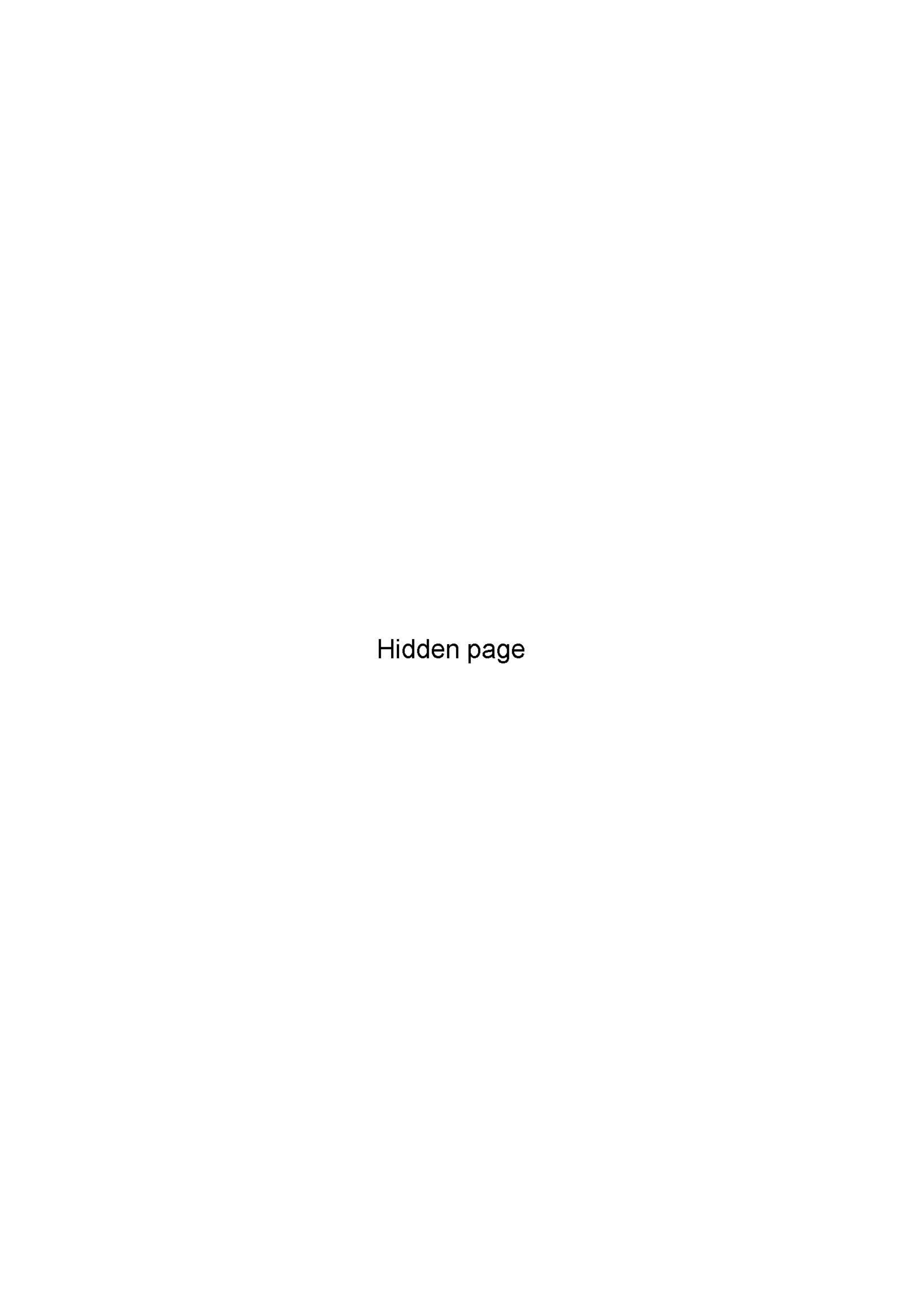
3. Glande sublinguale

C'est la plus petite des glandes salivaires principales. Elle est située en avant de la glande submandibulaire au contact de la mandibule (fig. 13.10). Elle se draine dans la cavité orale par de nombreux conduits qui s'abouchent le long de la crête du *repli sublingual* qui recouvre la glande.

B. Foie et voies biliaires

1. Anatomie du foie

Le foie (fig. 13.11 et 13.12) est situé dans l'abdomen. C'est la plus volumineuse glande annexe du tube digestif. Il est à la fois exocrine et endocrine. Le foie excrète la *bile* dans l'intestin ; la bile participe à l'absorption des lipides. Le foie joue également un rôle fondamental dans le *métabolisme du glucose et des protéines.*


Hidden page

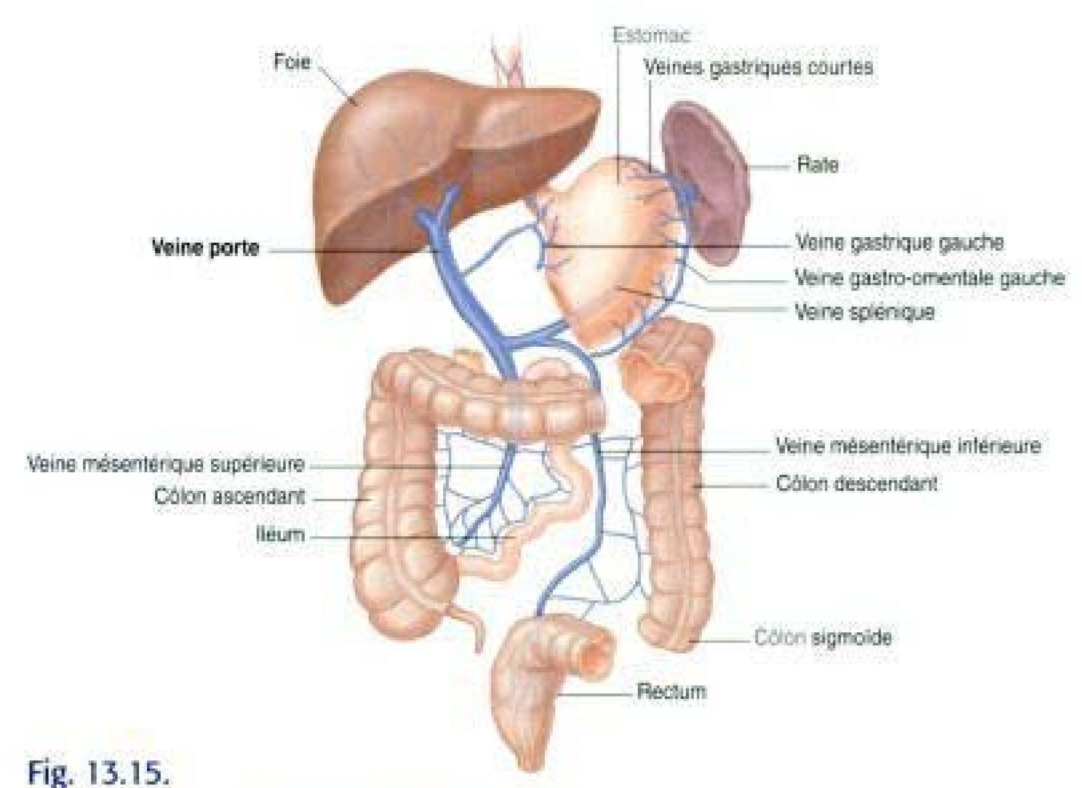


Fig. 13.15.
Drainage veineux du tractus gastro-intestinal abdominal.

C. Pancréas

1. Glande pancréatique

Le pancréas est une glande exocrine et endocrine située en avant de la colonne vertébrale lombale. Il est relié au duodénum par ses canaux excréteurs. Le pancréas exocrine sécrète des enzymes impliquées dans la dégradation des lipides, des glucides et des protides. Sa partie endocrine, qui joue un rôle majeur dans le métabolisme glucidique (insuline et glucagon), est constituée par les îlots pancréatiques (*cf.* chapitre 16).

Allongé transversalement de droite à gauche et aplati d'avant en arrière (fig. 13.16), le pancréas s'étend depuis le cadre duodénal jusqu'à la rate :

- la *tête du pancréas* est enchâssée dans le cadre duodénal, émet à sa partie inférieure un prolongement transversal, le *processus uncinatus*, ou « crochet du pancréas » ;
- le *col du pancréas*, ou isthme pancréatique, partie étroite, relie la tête au corps ;
- le *corps du pancréas* se continue par la *queue du pancréas* qui est en rapport avec le hile de la rate.

2. Conduits excréteurs

Le pancréas possède deux conduits excréteurs (fig. 13.17) :

- le *conduit pancréatique principal* (dit de Wirsung) qui parcourt le pancréas dans l'axe de la glande avant de s'aboucher dans l'ampoule biliopancréatique, qui se déverse dans le deuxième duodénum au niveau de la papille duodénale majeure ;
- le *conduit pancréatique accessoire* (dit de Santorini) qui naît dans la partie supérieure de la tête du pancréas et vient s'aboucher dans le deuxième duodénum au niveau de la papille duodénale mineure.

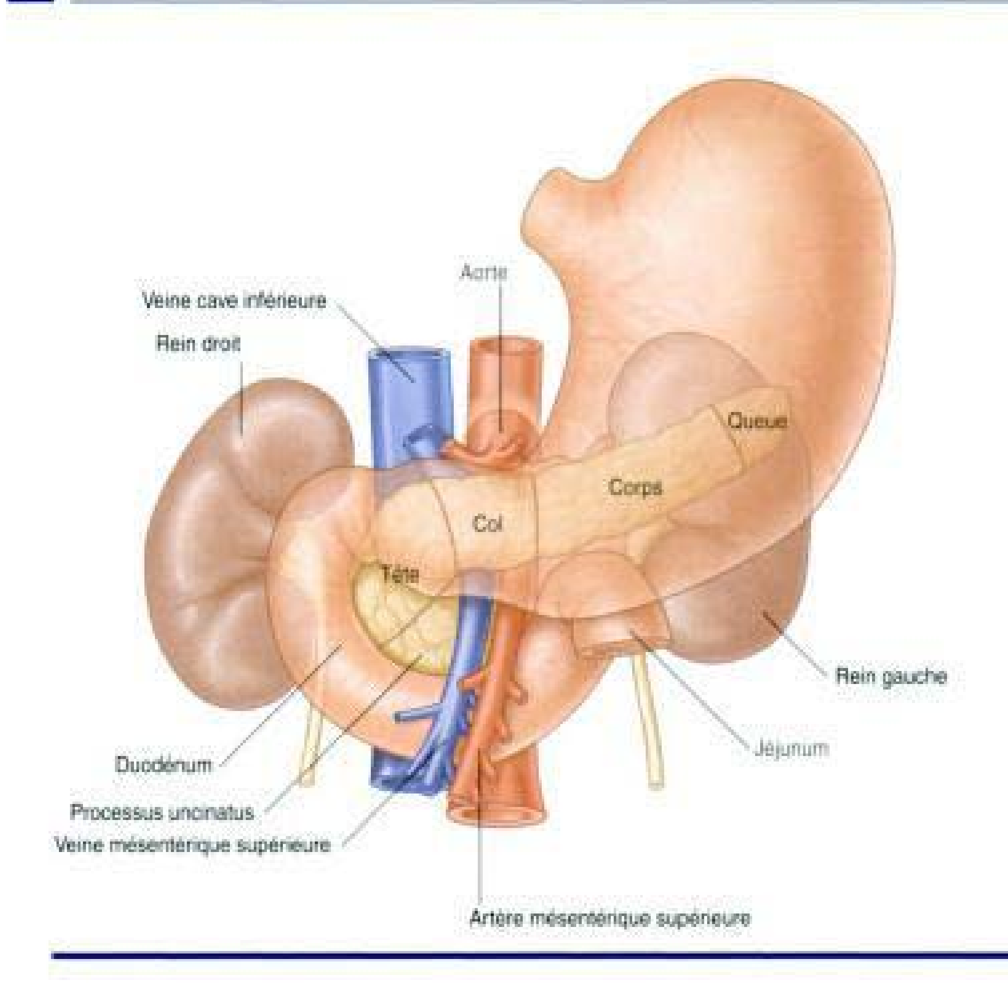


Fig. 13.16.
Pancréas.

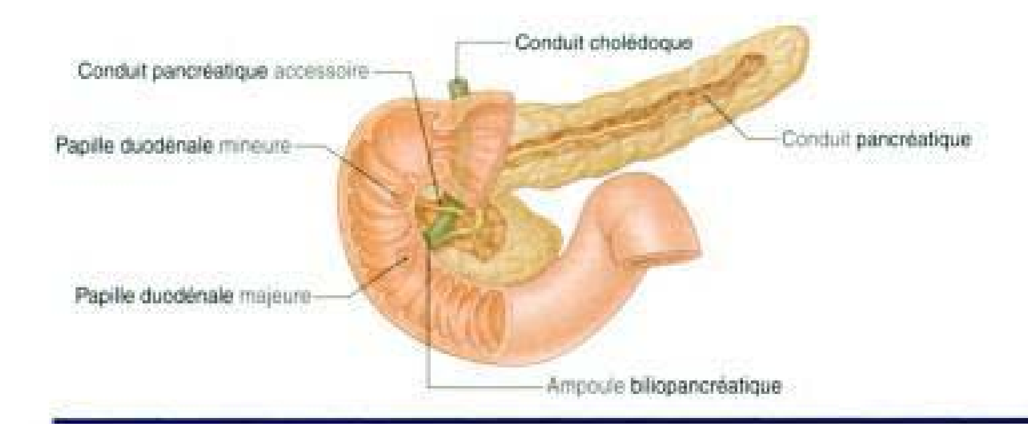


Fig. 13.17.
Système canalaire du pancréas.

Le muscle phrénique est un autre nom du diaphragme. Si la nomenclature internationale ne l'a pas retenu, l'adjectif phrénique demeure toutefois utilisé pour désigner le nerf phrénique ou les artères phréniques, mais aussi les loges sous-phréniques.

D. Rate

La rate est un organe lymphoïde intra-abdominal. Située dans la loge sous-phrénique gauche, elle est dans l'axe de la dixième côte gauche. La rate repose sur l'angle colique gauche. Sa face viscérale comporte des empreintes – variables – en regard des organes avec lesquels elle est en rapport (fig. 13.18).

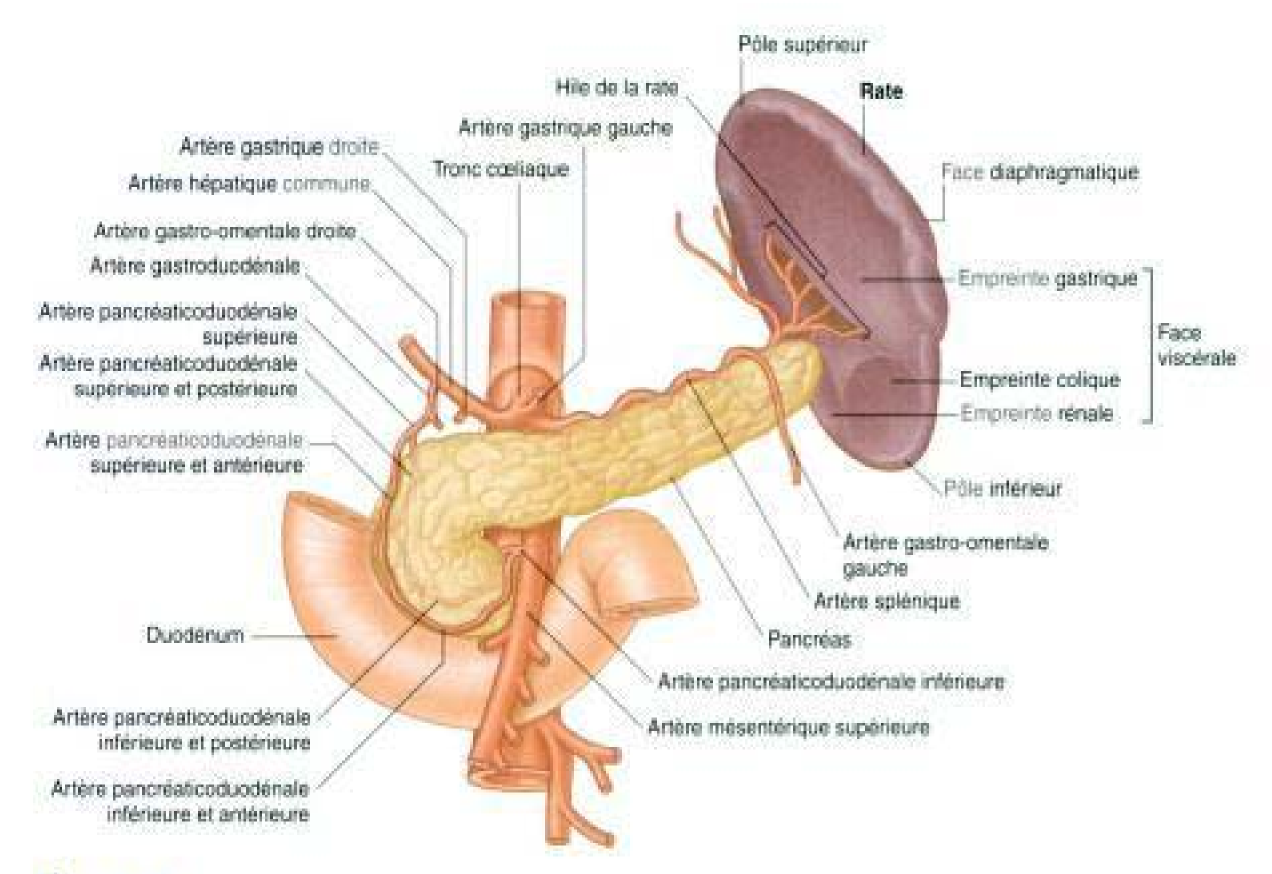


Fig. 13.18.
Rate. Vascularisation artérielle du pancréas.

III. Vascularisation digestive

1. Tronc cœliaque

Le tronc cœliaque (fig. 13.19, A), issu de l'aorte abdominale au niveau de la vertèbre TXII, donne trois branches : l'artère hépatique commune, l'artère splénique et l'artère gastrique gauche qui vascularisent les organes de l'étage supramésocolique.

2. Artère mésentérique supérieure

L'artère mésentérique supérieure naît de la face antérieure de l'aorte abdominale au niveau de la vertèbre LI (*cf.* fig. 13.5). Dans le mésentère, l'artère mésentérique supérieure donne ses branches terminales pour tout l'intestin grêle, le côlon droit et l'appendice.

3. Artère mésentérique inférieure

L'artère mésentérique inférieure (fig. 13.19, B), issue de la face antérieure de l'aorte abdominale au niveau de la vertèbre LIII, vascularise le côlon à partir des deux tiers gauches du côlon transverse jusqu'à la partie supérieure du rectum.

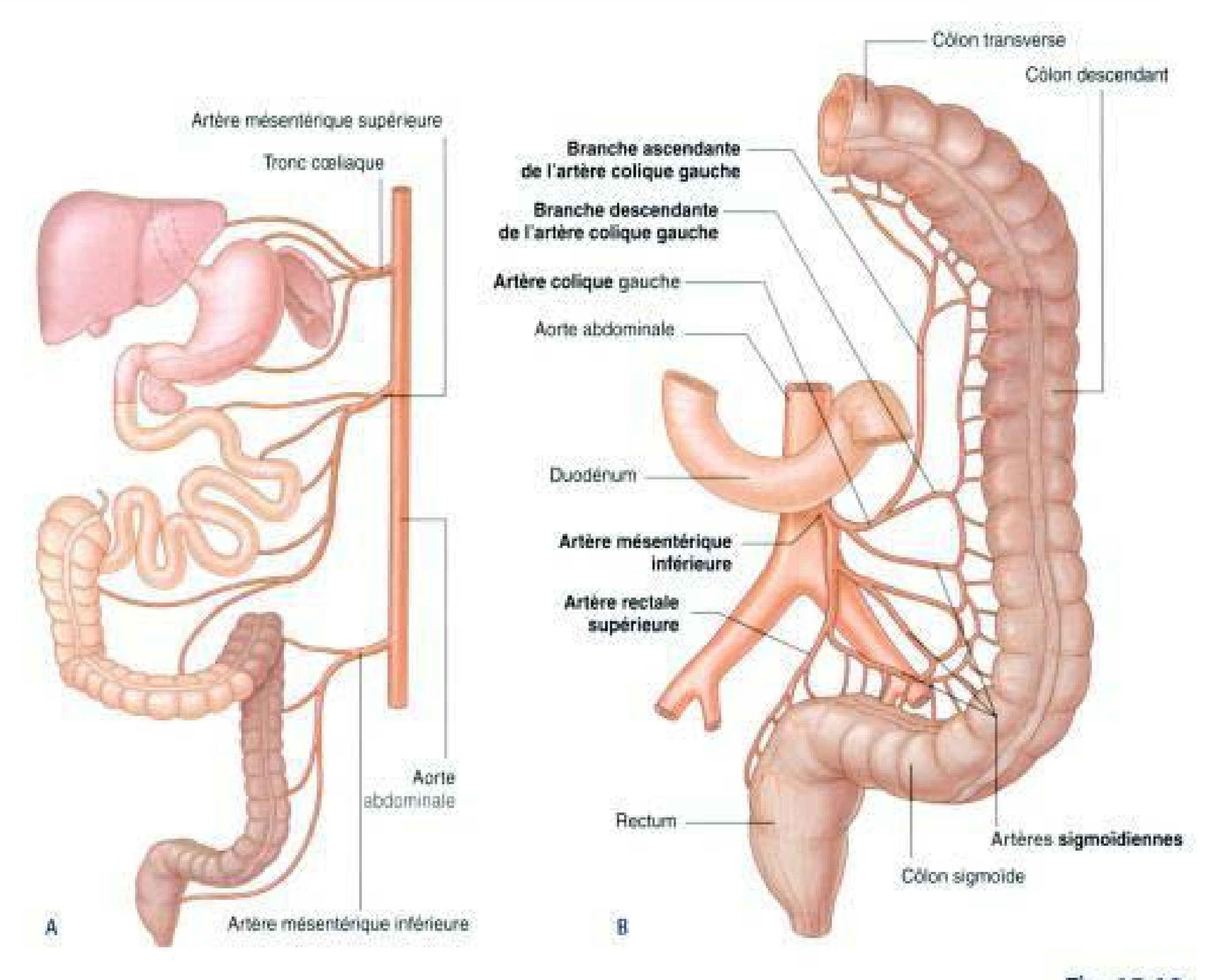


Fig. 13.19.
Vascularisation digestive.
A. Tronc cœliaque et artères mésentériques supérieure et inférieure. B. Détail de l'artère mésentérique inférieure.

IV. Péritoine

- Le péritoine est une membrane séreuse continue délimitant la *cavité péritonéale* (fig. 13.20, A). On distingue deux types de feuillets :
  - le *feuillet pariétal* (ou péritoine pariétal) tapisse les parois de la cavité abdominopelvienne et en est séparé par les espaces extrapéritonéaux :
    - espace prépéritonéal en avant,
    - espace rétropéritonéal en arrière,
    - espace sous-péritonéal (pelvien) en bas,
  - le *feuillet viscéral* (ou péritoine viscéral) recouvre les viscères, constituant la tunique séreuse de leur paroi.
- On distingue les organes péritonisés, entièrement recouverts par le feuillet viscéral (estomac, jéjunum, iléum, par exemple), les organes rétropéritonéaux (aorte, reins, par exemple), les organes sous-péritonéaux (vessie, par exemple), ainsi que des organes qui voient leurs rapports au péritoine se modifier le long de leur trajet (rectum brièvement péritonisé, puis rétropéritonéal et enfin sous-péritonéal).

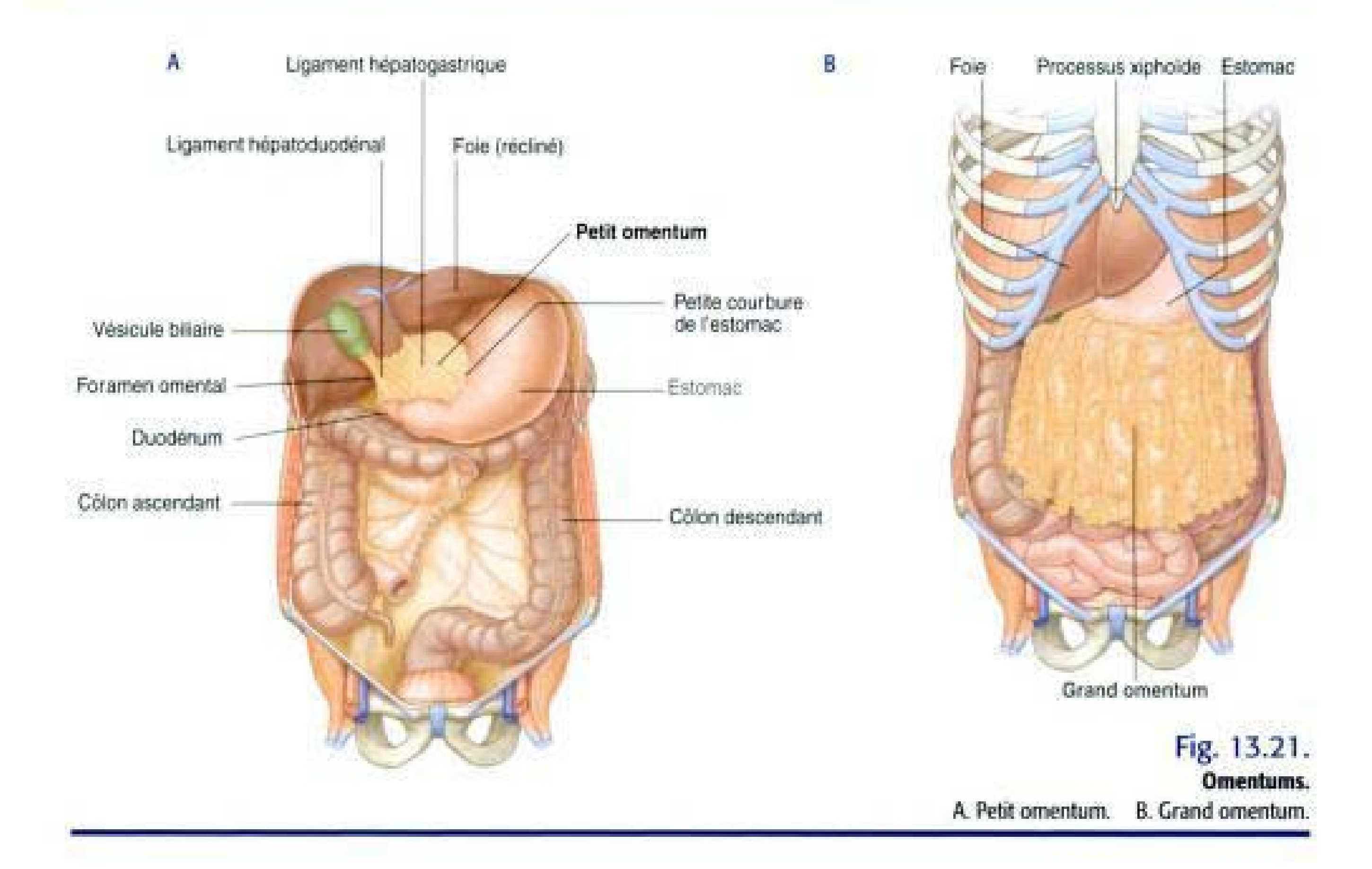


Fig. 13.21.
Omentums.
A. Petit omentum. B. Grand omentum.

- La *bourse omentale* (ou petite cavité péritonéale) (fig. 13.20, B) est un diverticule de la cavité péritonéale développé en arrière de l'estomac.

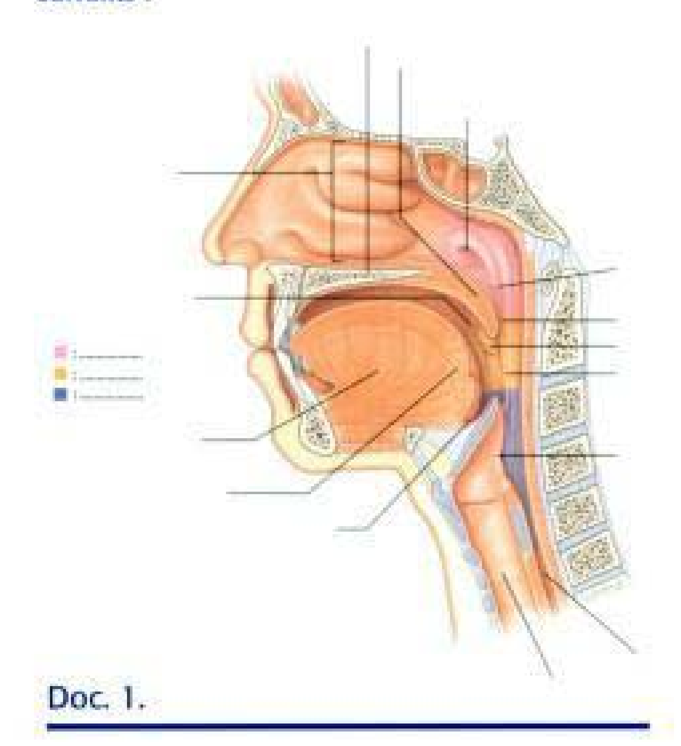
POINTS CLÉS

- L'appareil digestif est formé d'un long tube qui s'étend de la cavité orale à l'anus. Les glandes salivaires, le foie, la rate, le pancréas sont les glandes digestives qui y sont rattachées.
- L'œsophage achemine le bol alimentaire vers l'estomac ; il a une partie cervicale, une partie thoracique et une partie abdominale.
- Le duodénum forme un cadre solidaire de la tête du pancréas ; dans sa deuxième partie s'abouchent les conduits biliaires et pancréatiques.
- Le côlon, en forme de cadre, comporte des parties fixes (côlon ascendant, côlon descendant) et des parties mobiles (côlon transverse et sigmoïde).
- Le rectum, organe impair et médian, fait suite au côlon sigmoïde.
- La veine porte transporte le sang veineux issu du tube digestif vers le foie. La segmentation du foie est fondée sur la distribution portale qui permet de séparer l'organe en huit segments.
- Le tronc cœliaque, l'artère mésentérique supérieure et l'artère mésentérique inférieure sont les trois branches de l'aorte responsables de la vascularisation artérielle des organes digestifs.
- Le péritoine est la membrane séreuse qui recouvre la plupart des organes digestifs. La bourse omentale est un diverticule de la grande cavité péritonéale situé en arrière de l'estomac.

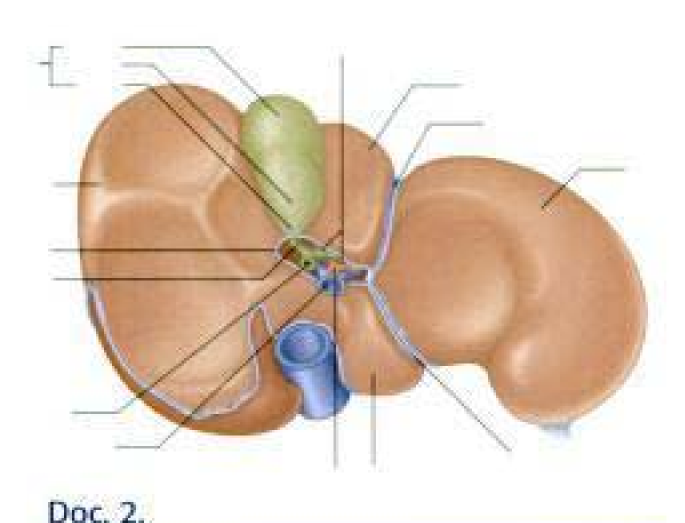
ENTRAÎNEMENT

DOC

Donner un titre et légender les documents 1 à 2 suivants :



Doc. 1.



Doc. 2.

QCM

1. Quels organes appartiennent à l'étage supramésocolique de l'abdomen ?

- ❑ **A.** L'estomac.
- ❑ **B.** La rate.
- ❑ **C.** Le côlon ascendant.
- ❑ **D.** Le rectum.
- ❑ **E.** Le foie.

2. Quels organes sont fixes dans la cavité péritonéale ?

- ❑ **A.** Le côlon transverse.
- ❑ **B.** Le côlon ascendant.
- ❑ **C.** Le rectum.
- ❑ **D.** Le côlon sigmoïde.
- ❑ **E.** L'intestin grêle.

3. Quels organes sont mobiles dans la cavité péritonéale ?

- ❑ **A.** L'intestin grêle.
- ❑ **B.** Le côlon transverse.
- ❑ **C.** Le côlon sigmoïde.
- ❑ **D.** Le deuxième duodénum.
- ❑ **E.** Le troisième duodénum.

4. Quels organes sont vascularisés par le tronc cœliaque ?

- ❑ **A.** Le foie.
- ❑ **B.** La rate.
- ❑ **C.** L'intestin grêle.
- ❑ **D.** Le duodénum.
- ❑ **E.** L'estomac.

5. Quels organes sont vascularisés en même temps par deux des trois troncs artériels digestifs ?

- ❑ **A.** L'estomac.
- ❑ **B.** Le duodénum.
- ❑ **C.** Le pancréas.
- ❑ **D.** Le côlon transverse.
- ❑ **E.** Le foie.

Organes génito-urinaires

14

L'origine embryologique commune de l'appareil urinaire et des appareils génitaux de l'homme et de la femme justifie leur étude dans un même chapitre. Ils sont situés dans l'abdomen en arrière du péritoine et dans le pelvis sous le péritoine.

I. Organes urinaires

A. Reins

Les reins sont les organes sécrétant l'urine. Ils sont au nombre de deux, un dans chaque fosse lombale. Ils maintiennent l'homéostasie hydroélectrolytique et excrètent des métabolites toxiques (urée, créatinine). Ils sécrètent la rénine, l'érythropoïétine et de la vitamine D. L'urine produite par les reins

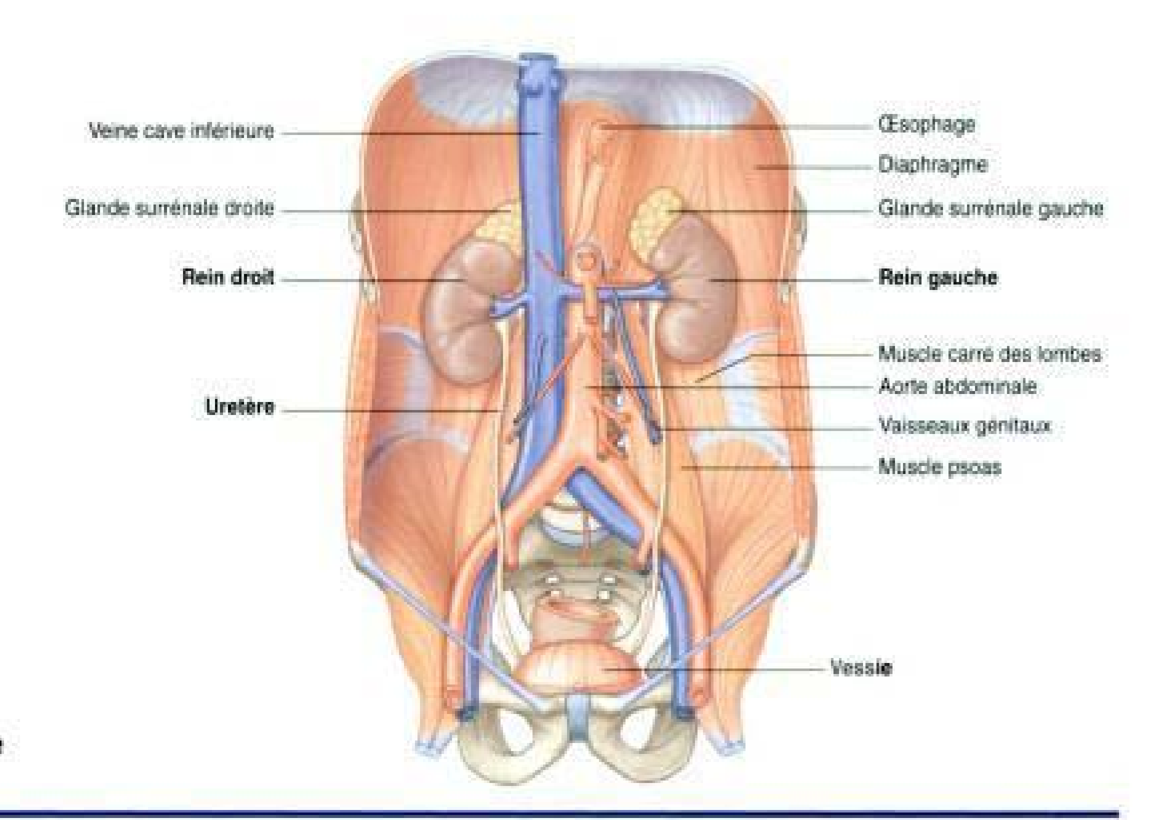


Fig. 14.1.
Région postérieure de l'abdomen.

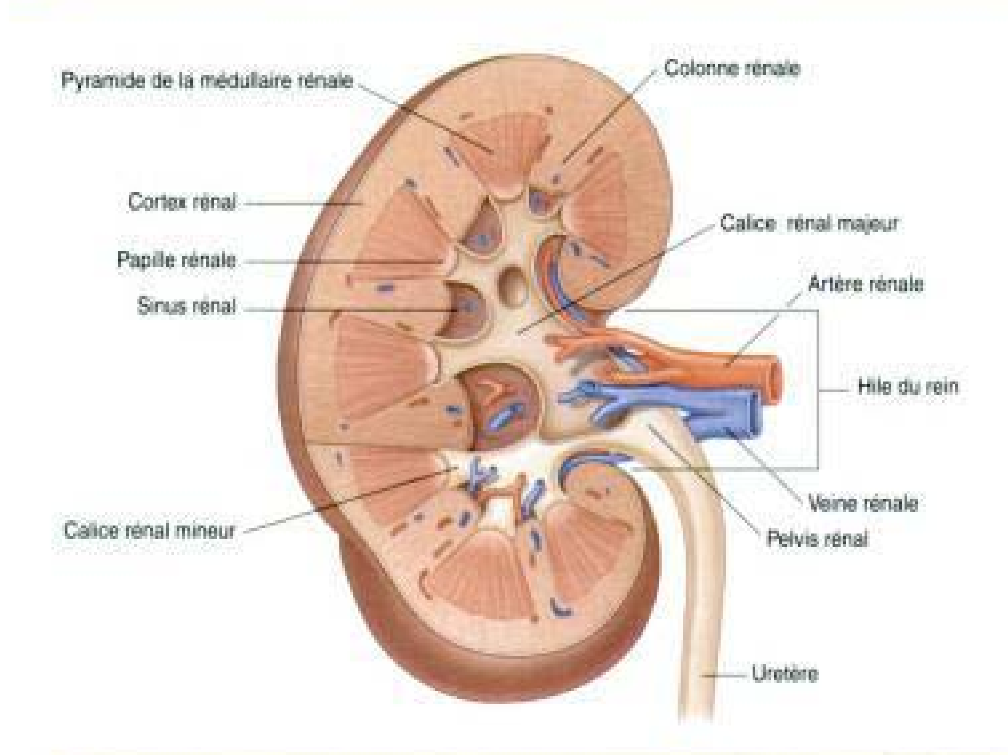


Fig. 14.2.
Structure interne du rein.

passe dans les *uretères* avant de gagner la *vessie* et d'être éliminée par l'*urètre* (fig. 14.1).

Les reins occupent les fosses lombales, régions rétropéritonéales latérales (fig. 14.1). Le rein droit est situé un peu plus bas que le rein gauche. Leur forme est celle d'un haricot mesurant 12 cm de haut, 6 cm de large et 3 cm d'épaisseur. Sur leur bord médial, s'ouvre le *hile rénal* ; celui-ci communique avec une dépression intrarénale, dénommée le *sinus rénal*, qui contient les vaisseaux du rein et le pelvis rénal (fig. 14.2). Les reins sont entourés d'une capsule fibreuse adhérente au parenchyme rénal.

Le *parenchyme rénal* (fig. 14.2) est divisé en :

- une zone médullaire interne contenant les pyramides rénales ;
- une zone corticale qui contient les corpuscules rénaux.

Les *pyramides rénales* ont une base externe et un sommet (les *papilles rénales*) qui fait saillie dans le sinus rénal. Elles sont constituées des *tubes collecteurs des néphrons* qui s'abouchent au sommet des papilles. Chaque pyramide et la zone corticale associée constituent un *lobe rénal*.

Sur leur face postérieure, les reins sont en rapport avec les dernières côtes, le diaphragme et les culs-de-sac pleuraux sur leur moitié supérieure et avec les muscles psoas et carré des lombes sur leur moitié inférieure (fig. 14.1). Sur leur face antérieure, les reins sont en rapport avec les viscères abdominaux, directement (viscères rétropéritonéaux) ou séparés des reins par le feuillet pariétal du péritoine (viscères péritonisés) (fig. 14.3 et 14.4) :

- à droite : le foie, le côlon ascendant, le deuxième duodénum ;
- à gauche : la queue du pancréas, la rate et le côlon descendant.

Au pôle supéro-interne des reins se trouvent les glandes surrénales.

Les reins sont vascularisés par une artère rénale naissant de l'aorte abdominale en regard de la vertèbre LI. Elle se divise avant le hile en un tronc antérieur prépyélique et une branche postérieure rétropyélique. Il peut exister des artères destinées aux pôles supérieur et inférieur du rein

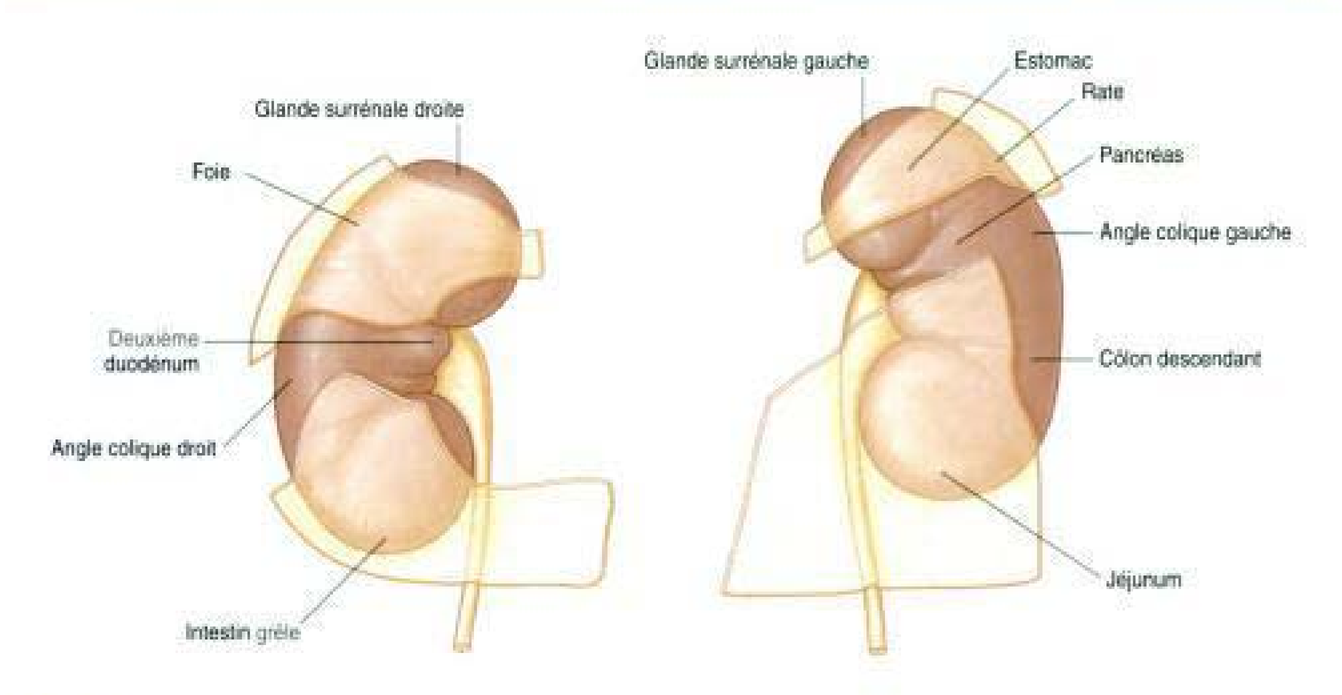


Fig. 14.3.

Structures en rapport avec la face antérieure des reins. Le feuillet pariétal du péritoine est représenté : on distingue les organes rétropéritonéaux en contact direct avec les reins, et les organes péritonisés qui en sont séparés par le péritoine.

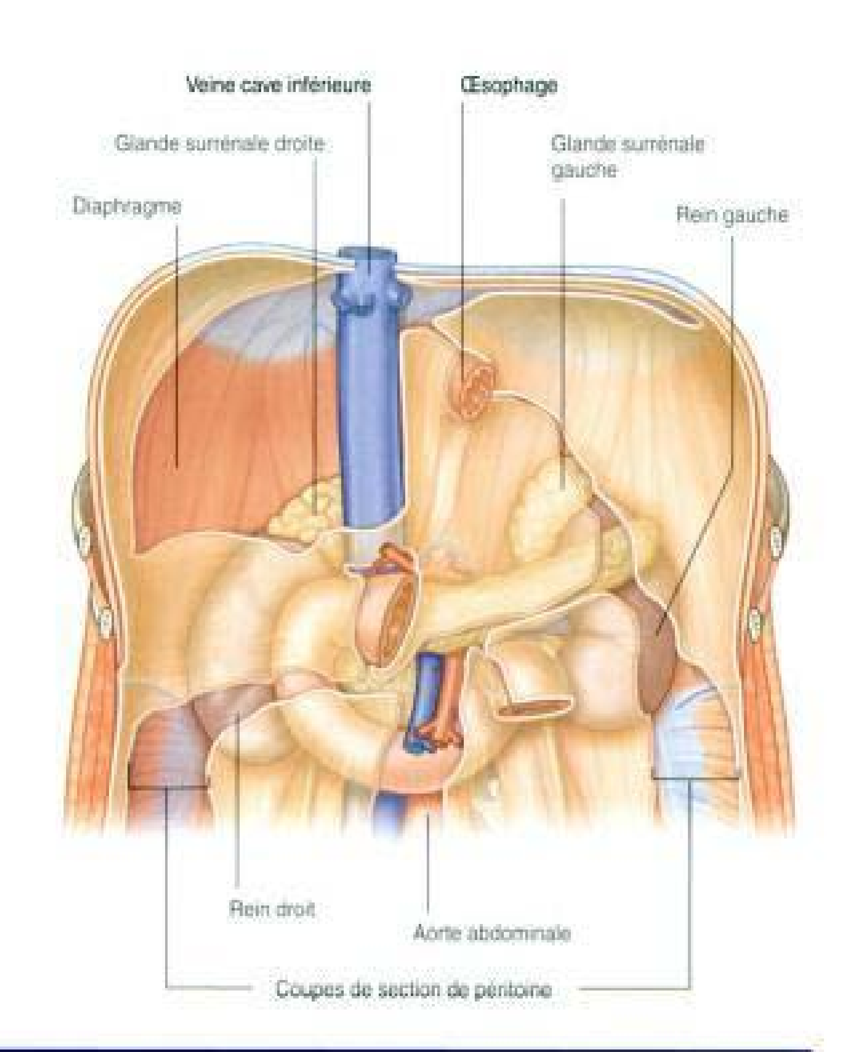


Fig. 14.4.

Situation rétropéritonéale des reins au sein de la région postérieure de l'abdomen.

3. Pelvis rénal

Le pelvis rénal (ou bassinet), situé dans le sinus rénal à son origine, passe le hile du rein et se poursuit avec l'uretère lombal (fig. 14.2). Sa forme est celle d'un entonnoir aplati. La partie la plus déclive du pelvis rénal se continue par l'uretère lombal à la jonction pyélo-urétérale.
Le pelvis est l'élément le plus postérieur du pédicule rénal ; sa face antérieure est recouverte par les branches de divisions antérieures de l'artère rénale et par la veine rénale. Il est en rapport avec les organes abdominaux : à droite le côlon ascendant et le deuxième duodénum, à gauche la queue du pancréas et côlon transverse.

4. Uretères

Les uretères sont de fins conduits musculaires ; ils acheminent l'urine du pelvis rénal à la vessie. Ils présentent trois portions : lombo-iliaque, pelvienne et intramurale (dans la paroi de la vessie).

a. *Portion lombo-iliaque*

Elle fait suite au pelvis rénal au niveau de la vertèbre LII et traverse la région rétropéritonéale latérale (fig. 14.6).

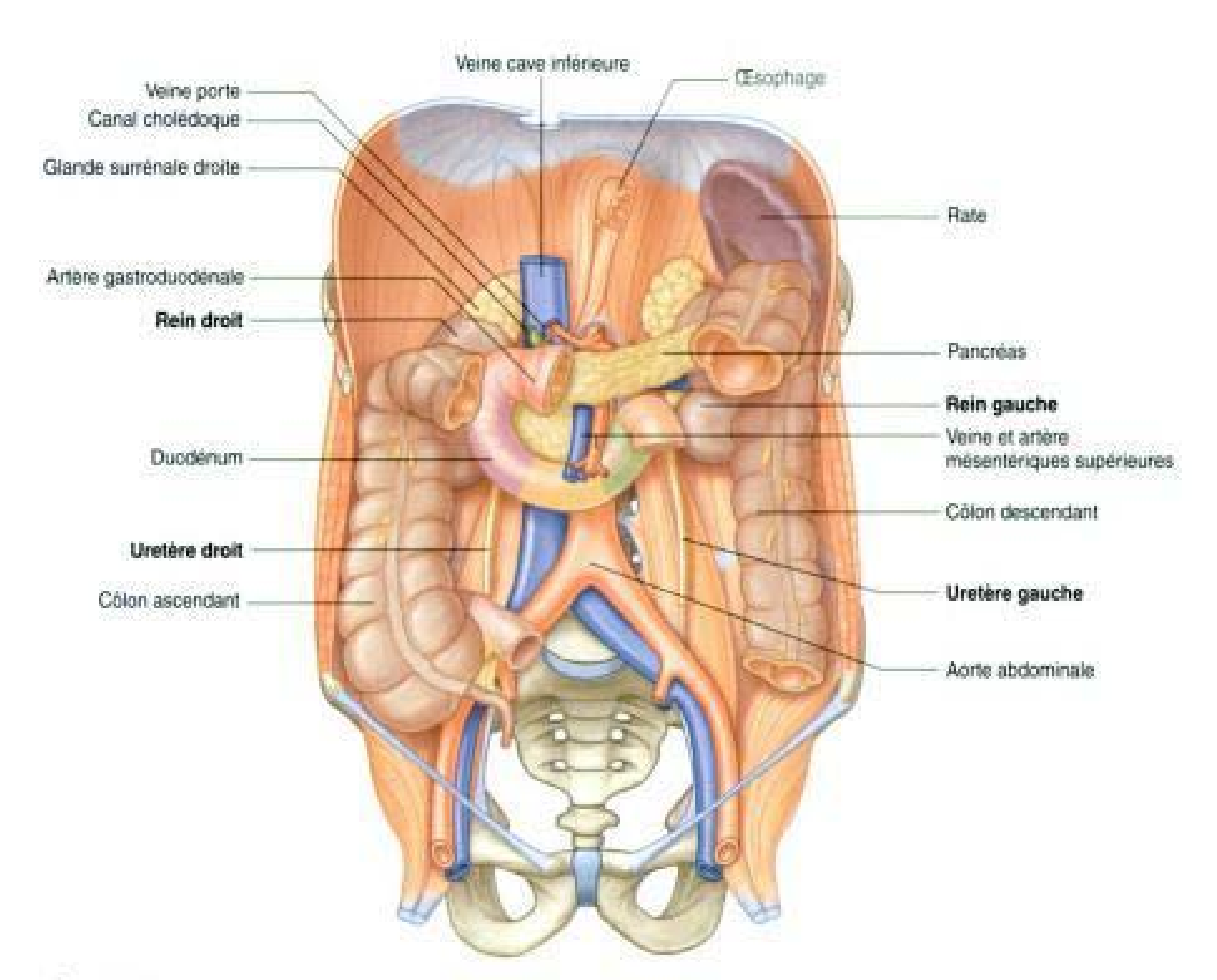


Fig. 14.6.
Trajet lombo-iliaque des uretères

L'uretère est en rapport avec le muscle psoas en arrière et se projette en regard des processus costiformes des vertèbres lombales ; il est croisé en avant par les vaisseaux génitaux (testiculaires ou ovariques) en regard de la troisième vertèbre lombale (*cf.* fig. 14.1). Par l'intermédiaire du péritoine, les uretères sont en rapport avec (fig. 14.6) :

- à droite : le bloc duodénopancréatique, le côlon ascendant, l'iléum terminal et la racine du mésentère ;
- à gauche : le côlon descendant et sigmoïde.

Médialement, se situent l'aorte abdominale à gauche et la veine cave inférieure à droite.

b. *Portion pelvienne*

L'uretère pelvien fait suite à l'uretère lombo-iliaque en regard de l'ouverture crâniale du pelvis et des vaisseaux iliaques (*cf.* fig. 14.11). Généralement, l'uretère droit croise les vaisseaux iliaques externes et l'uretère gauche les vaisseaux iliaques primitifs.

L'uretère pelvien présente un segment pariétal le long de la paroi pelvienne et un segment viscéral. Les rapports du segment viscéral sont différents chez l'homme et la femme :

- *chez l'homme*, il longe l'artère iliaque interne et ses branches de divisions (*cf.* fig. 14.10 et 14.11). Il est séparé du rectum en arrière par le cul-de-sac rectovésical. Il gagne ensuite l'espace pelvi-rectal supérieur, traverse le plexus hypogastrique inférieur pour entrer dans la loge vésicale. Il se termine dans la vessie par sa portion intramurale ;
- *chez la femme*, il longe initialement l'artère iliaque interne et ses branches de division et est en rapport avec l'ovaire et l'infundibulum de la trompe utérine (*cf.* fig. 14.17). Dans l'espace pelvi-rectal supérieur, il passe sous le ligament large. À ce niveau, il est surcroisé par l'artère utérine à 1,5 cm en dehors de l'isthme de l'utérus. Il traverse le plexus hypogastrique inférieur et se termine dans la vessie.

■ *Le cul-de-sac rectovésical (chez l'homme) ou recto-utérin (chez la femme), anciennement cul-de-sac de Douglas, est un repli du péritoine pariétal pelvien qui s'invagine entre rectum et vessie, ou rectum et utérus (cf. fig. 14.10).*

c. *Portion intramurale*

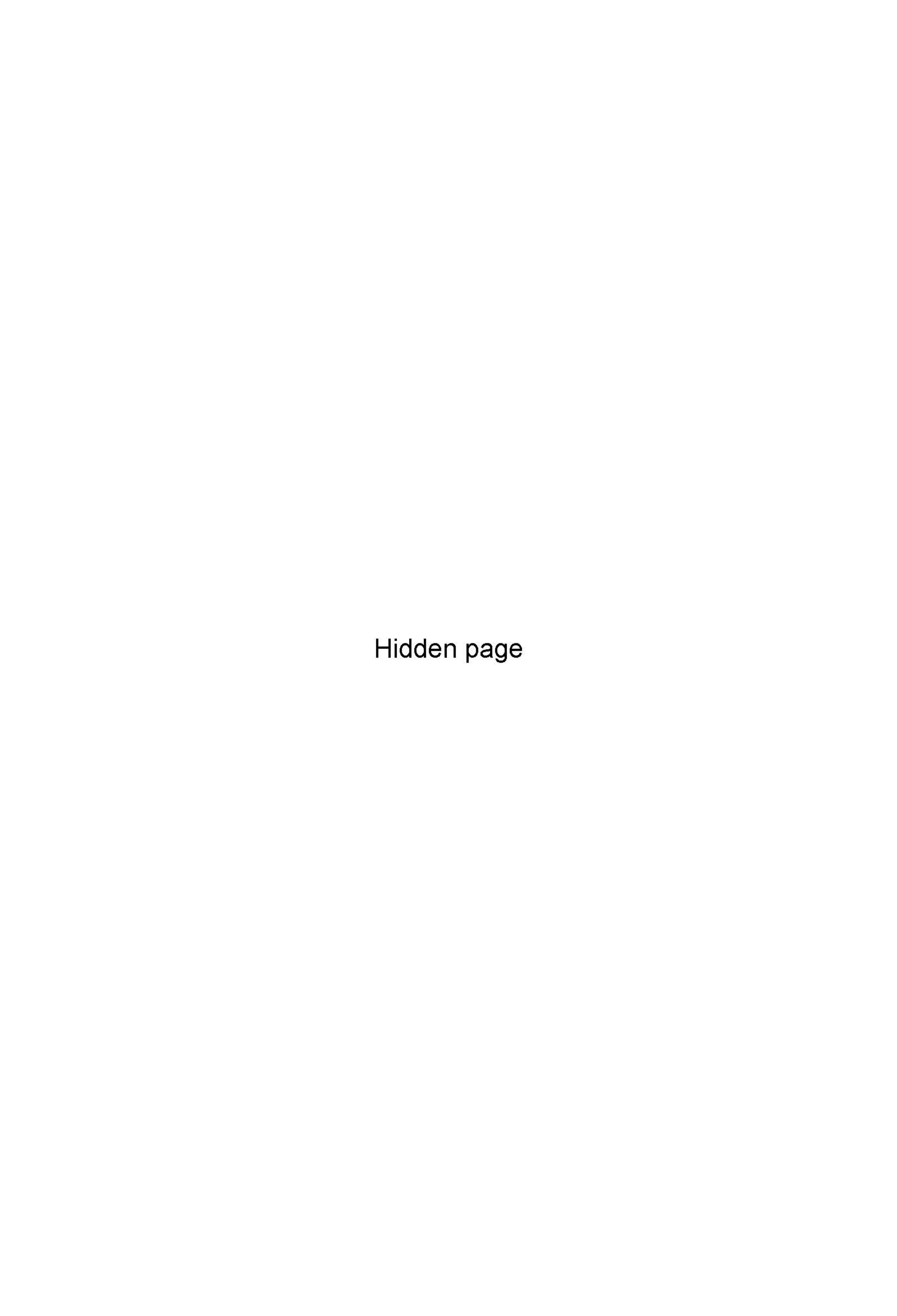
Cette portion correspond aux deux à trois derniers centimètres de l'uretère ; l'uretère traverse la paroi vésicale suivant un trajet sous-muqueux de 1,5 cm, réalisant un mécanisme de valve antireflux qui empêche les urines de la vessie de remonter dans les uretères. Les deux uretères se terminent par des méats qui délimitent, avec le col vésical, une zone triangulaire à la base de la vessie dénommée le *trigone vésical* (fig. 14.7). Les deux méats urétéraux sont souvent réunis par un repli muqueux, la *barre inter-urétérale*.

D. Vessie

La vessie est le réservoir de l'urine entre les mictions. Elle se trouve sous le péritoine, dans la loge antérieure du pelvis minor[1].

Il s'agit d'un organe musculaire creux (fig. 14.7 et 14.8). Lorsqu'elle est vide, la vessie a une forme pyramidale avec une face supérieure mobile (dôme, ou calotte), une face antérieure et inférieure, une face postérieure fixe (base) et un apex d'où part le ligament ombilical médian (*cf.* fig. 14.10).

1. Pelvis minor, ou vrai pelvis ou petit bassin, par opposition au grand bassin, ou faux pelvis, évasé, situé entre les ailes des os coxaux.


Hidden page

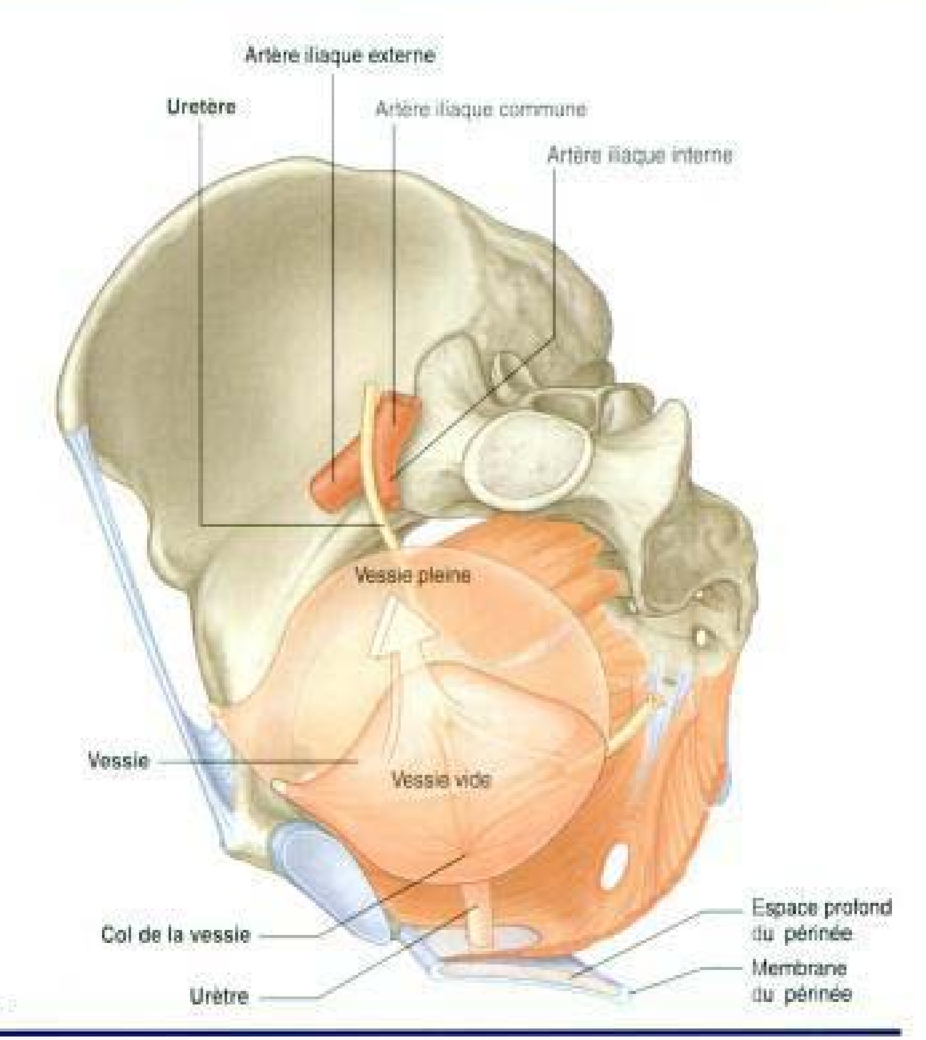


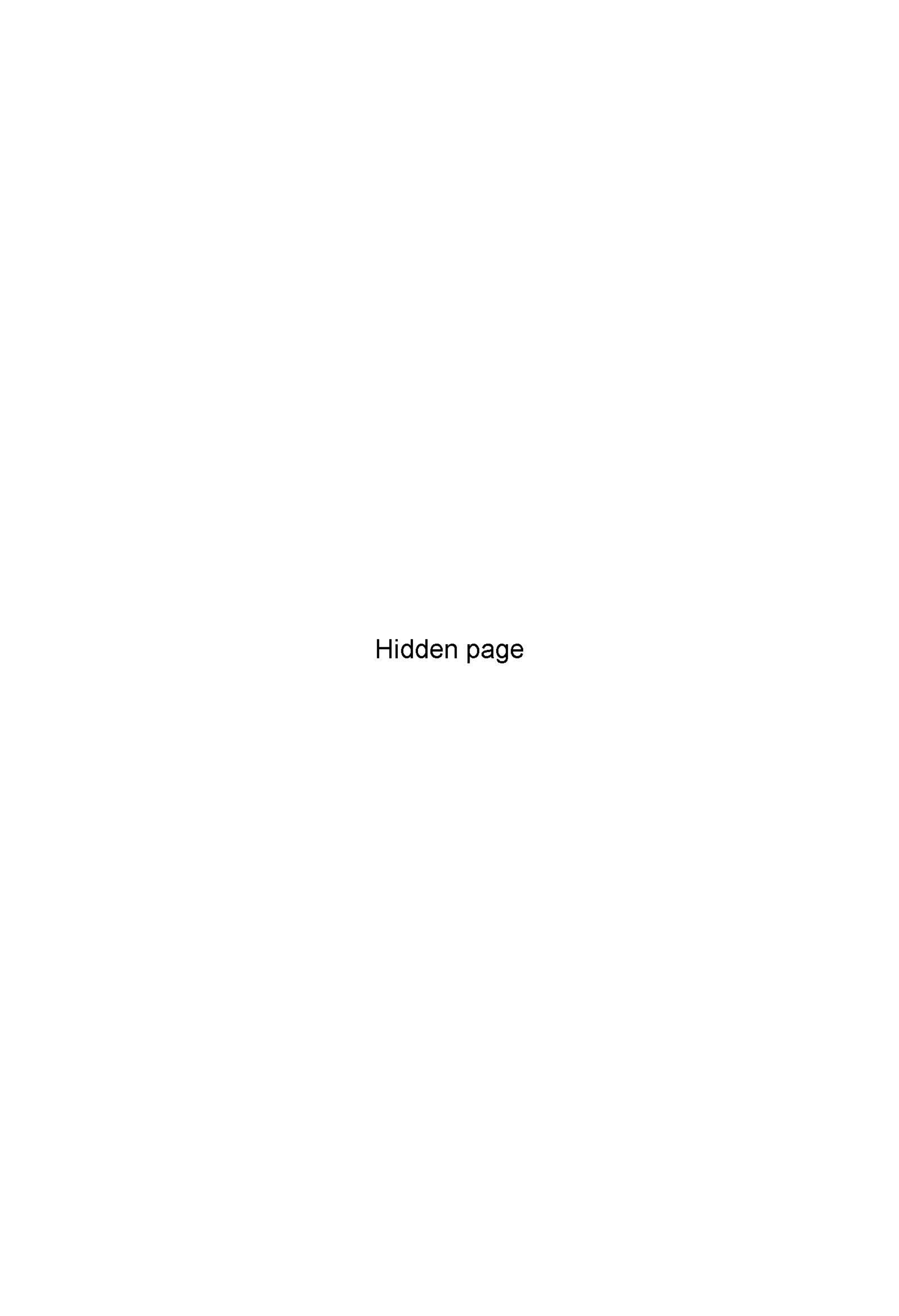
Fig. 14.9.
Parties pelviennes de l'appareil urinaire.

E. Urètre masculin

Chez l'homme, l'urètre est un conduit urinaire et génital : évacuation de l'urine vésicale et du sperme. Il mesure en moyenne 12 cm de long. Il fait suite au col de la vessie et présente successivement trois portions : prostatique entourée par la prostate, membranacée entourée du sphincter strié, et spongieuse entourée du corps spongieux (fig. 14.10, B). Les deux premières portions constituent l'urètre postérieur qui est fixe ; l'urètre spongieux forme l'urètre antérieur mobile.

F. Urètre féminin

L'urètre féminin est uniquement urinaire. Il présente un trajet périnéal. Il repose sur la face antérieure du vagin (fig. 14.10, A).
Il mesure en moyenne 3 cm de long et se termine dans le pudendum féminin. Il présente à ce niveau un orifice : le méat urétral, ou orifice externe de l'urètre (*cf.* fig. 14.21).
Il est relié au pubis par les ligaments pubo-urétraux et est entouré dans son tiers moyen par le sphincter strié urétral. En avant, l'urètre est en rapport avec l'espace rétropubien (dit de Retzius) et les veines du plexus pré-uréthral puis le ligament transverse du périnée. L'urètre rejoint le triangle antérieur du périnée entouré des corps caverneux du clitoris et du bulbe vestibulaire. Le méat urétral se trouve 2 cm en arrière du clitoris.


Hidden page

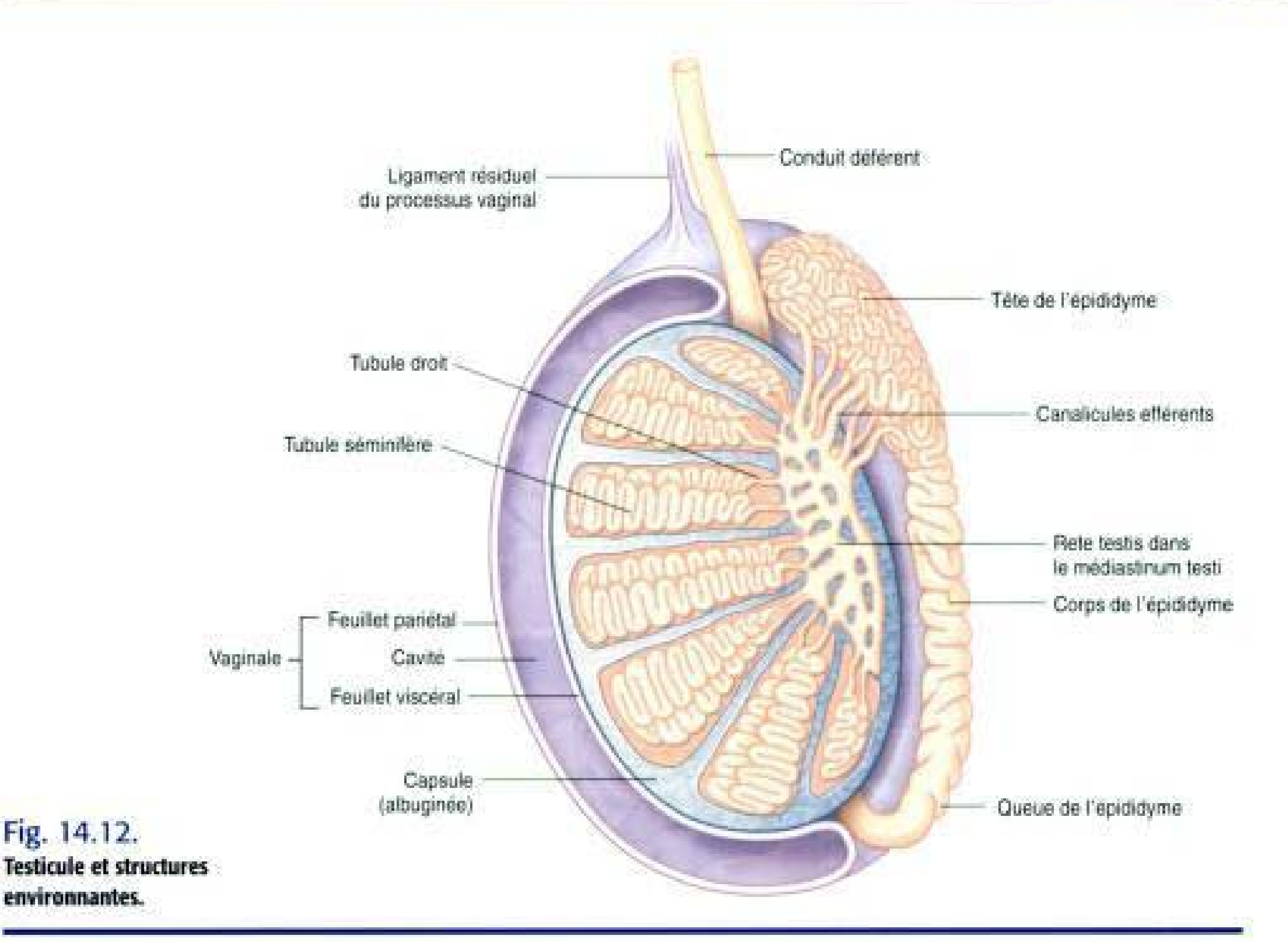


Fig. 14.12.
Testicule et structures environnantes.

queue se poursuit par le conduit déférent en formant une *anse épididymodéférentielle*.

L'épididyme est vascularisé par l'artère testiculaire (branche de l'aorte abdominale), l'artère du conduit déférent (branche de l'artère iliaque interne). Ses fibres nerveuses végétatives sont issues des plexus solaires et hypogastriques supérieurs et inférieurs.

L'épididyme est lieu de maturation et de stockage des spermatozoïdes.

2. Conduits déférents

Les conduits déférents font suite à la queue de l'épididyme et se terminent à la base de la prostate (fig. 14.11).

Ils se présentent sous la forme de canaux blanchâtres de 40 cm de long et 3 mm de diamètre extérieur. La paroi musculeuse épaisse leur donne une consistance dure comparable à une corde de fouet.

Chaque conduit présente successivement une partie scrotale, funiculaire, inguinale et pelvienne (fig. 14.11). La portion scrotale continue la queue de l'épididyme (anse épididymodéférentielle) ; puis le conduit fait partie du cordon spermatique où il occupe la partie postérieure (portion funiculaire). Il traverse le *canal inguinal*. À l'orifice inguinal profond, il gagne ensuite la cavité pelvienne où il présente une portion latérovésicale, puis rétrovésicale. Dans sa portion rétrovésicale, il gagne la base de la vessie en longeant le bord interne des vésicules séminales.

Le conduit déférent présente une dilatation terminale (*ampoule du conduit déférent*) et rejoint le canal excréteur de la vésicule séminale pour former le canal éjaculateur.

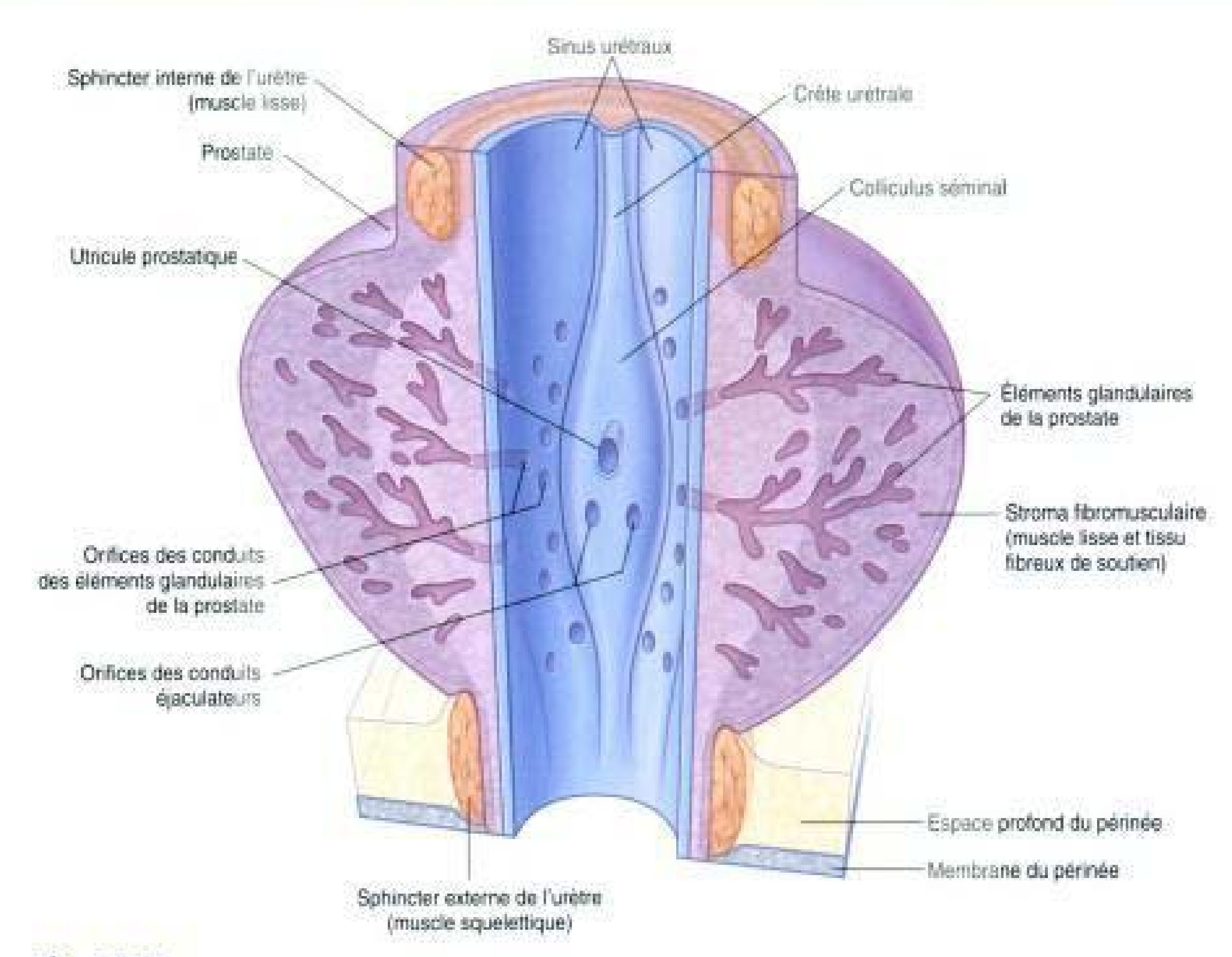


Fig. 14.13.
Portion prostatique de l'urètre chez l'homme.

Sa vascularisation provient de l'artère du conduit déférent, branche de l'artère iliaque interne.
La principale fonction du conduit déférent est le transport des spermatozoïdes.

3. Vésicules séminales

Les vésicules séminales sont des glandes paires et symétriques des voies spermatiques de l'homme. Elles sont situées entre le rectum et la vessie (fig. 14.11) dans un dédoublement du fascia prostatopéritonéal (dit de Denonvilliers).
Chaque vésicule séminale a la forme d'un canal tortueux bosselé et infléchi sur lui-même. Celui-ci se termine par un rétrécissement (le col) et conflue avec la partie terminale de l'ampoule du conduit déférent pour donner le canal éjaculateur.
Les vésicules séminales sont en rapport avec la face postéro-inférieure de la vessie en avant et le rectum en arrière. Leur partie supérieure est recouverte de péritoine.
La vascularisation provient de l'artère vésiculodéférentielle, branche de l'artère iliaque interne.
Les vésicules séminales sont innervées par les rameaux sympathiques du plexus hypogastrique supérieur. La sécrétion vésiculaire, riche en fructose, participe à la composition du liquide séminal.

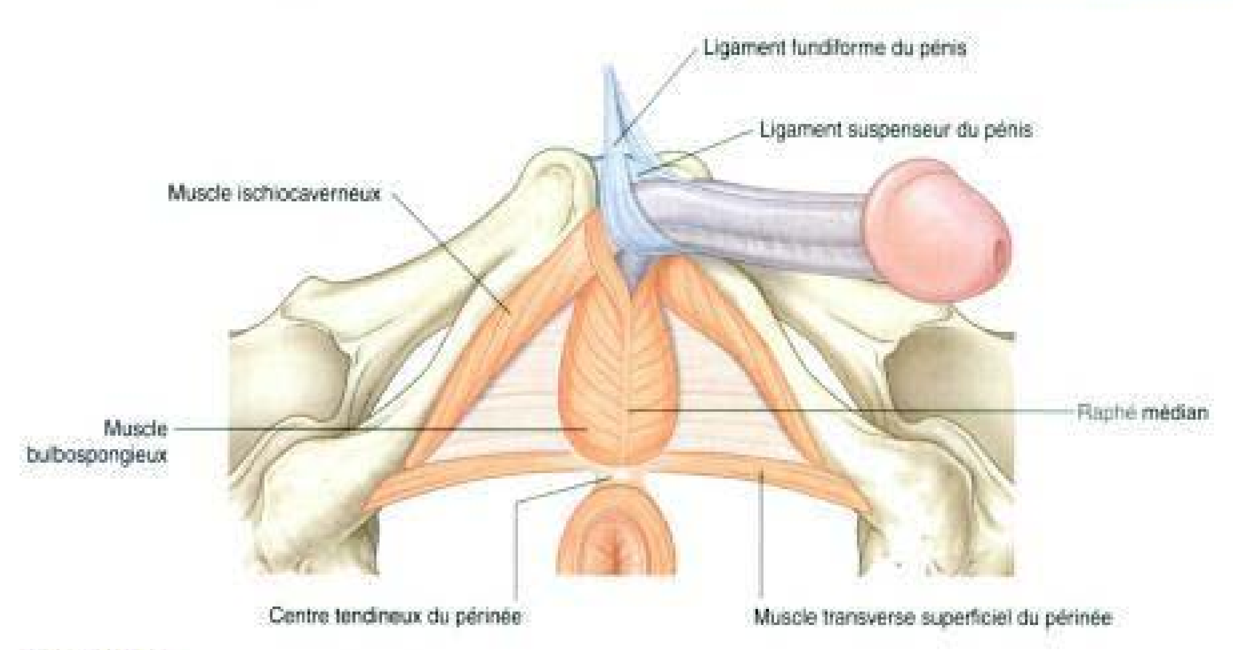


Fig. 14.16.
Muscles de l'espace superficiel du périnée.

gland au sommet duquel s'ouvre le *méat urétral* (fig. 14.16). La partie périnéale du pénis est constituée des corps caverneux insérés sur les branches ischiopubiennes. Le corps du pénis est recouvert d'une peau fine doublée du feuillet superficiel du pénis, l'ensemble constituant le fourreau. En dessous, se trouve un tissu conjonctif lâche qui permet un glissement entre le fourreau et les plans profonds (fascia profond du pénis et albuginée). Le pénis mesure en moyenne 10 cm de long à l'état de flaccidité et 15 cm en érection. À l'état de flaccidité, le corps du pénis à la forme d'un cylindre qui devient prismatique à l'érection. La partie sous-pubienne est attachée au pubis par le *ligament suspenseur du pénis* (fig. 14.16). Les corps caverneux et le corps spongieux sont entourés à leur racine périnéale par les *muscles ischiocaverneux* et *bulbospongieux* (fig. 14.16).

La partie mobile du pénis est en avant du scrotum à l'état de flaccidité et en avant de la paroi abdominale pendant l'érection.

La vascularisation des formations érectiles et de l'urètre provient des branches terminales des artères pudendales internes (fig. 14.15, A). Le fourreau et le prépuce sont vascularisés par les artères pudendales internes et externes. Les veines péniennes se drainent dans les veines dorsales profondes et superficielles du pénis puis dans le plexus veineux préprostatique (dit de Santorini) (fig. 14.15, B). Les lymphatiques suivent le trajet des veines dorsales superficielles du pénis et se jettent dans les lymphonœuds du trigone fémoral.

Les fibres nerveuses végétatives parasympathiques et sympathiques destinées au pénis cheminent dans les nerfs caverneux qui naissent de la partie inférieure des plexus hypogastriques inférieurs ; elles sont responsables respectivement de la tumescence et de la détumescence pénienne. Le nerf dorsal du pénis (branche du nerf pudendal interne) véhicule la sensibilité pénienne (fig. 14.14).

III. Organes génitaux féminins

A. Ovaires

▪ *Le détroit supérieur est l'anneau osseux qui délimite pelvis major (grand bassin) et pelvis minor (petit bassin). Oblique en bas et en avant, il est délimité postérieurement par le promontoire (bord supérieur de la première vertèbre sacrale) et antérieurement par le bord supérieur du pubis et de la symphyse pubienne.*

Les ovaires sont les glandes sexuelles primaires (ou gonades) de la femme. Ils sont situés dans la cavité péritonéale au-dessous du détroit supérieur, contre la paroi pelvienne, dans la *fosse ovarienne* dite de Krause (ou fosse ovarique) (fig. 14.17).

Sa surface est recouverte d'une tunique albuginée blanchâtre lisse avant la puberté. Chez la femme en âge de procréer, il a une forme ovoïde de 4 cm de long et de 2 cm d'épaisseur, et il présente des cicatrices correspondant à chaque ovulation. On décrit deux faces (médiale et latérale), deux bords (ventral et dorsal) et deux pôles (supérieur et inférieur).

Le péritoine s'insère sur le bord ventral et forme à cet endroit le hile de l'ovaire, ou *mésovarium*, qui relie l'ovaire à la face postérieure du *ligament large* (fig. 14.17).

> Le péritoine du mésovarium s'interrompt rapidement au bord ventral de l'ovaire et ne recouvre pas ce dernier. La plus grande partie de l'ovaire est donc *intrapéritonéale*. De même, si les trompes utérines sont péritonisées au sein du mésosalpinx du ligament large, le péritoine qui les recouvre s'interrompt au bord extérieur de l'infundibulum. Contrairement à ce qui est observé chez l'homme, la cavité péritonéale n'est donc pas close chez la femme.

L'ovaire est rattaché à la paroi pelvienne latérale par le *ligament suspenseur de l'ovaire* et à la corne de l'utérus par le *ligament propre de l'ovaire* (fig. 14.17). Le *ligament tubo-ovarien* relie son pôle supérieur au pavillon tubaire.

Chaque ovaire est vascularisé par l'artère ovarique, qui chemine dans le ligament suspenseur de l'ovaire, et l'artère utérine qui forment ensemble l'arcade vasculaire ovarienne. La veine ovarique se jette dans la veine rénale à gauche et dans la veine cave inférieure à droite. Le drainage lymphatique suit les vaisseaux artériels et veineux et se jette dans des lymphonœuds aortiques et inter-aortico-caves.

Les ovaires sont des glandes à la fois endocrines (sécrétion d'œstrogène et de la progestérone, *cf.* chapitre 16) et exocrines (production des ovules).

B. Utérus

▪ *Les paramètres, situés à la base des ligaments larges de l'utérus, relient le col de l'utérus à la paroi pelvienne latéralement. Ils contiennent, outre du tissu conjonctif et des cellules musculaires lisses, les uretères et les éléments vasculonerveux utérins. Ils sont accessibles à la palpation par le toucher rectal ou vaginal.*

L'utérus est l'organe de la gestation. Sa forme est celle d'un cône aplati d'avant en arrière et dont le sommet regarde vers le bas. Chez une femme nullipare, il mesure 8 cm de long.

Il comprend trois parties : le *corps*, l'*isthme* et le *col* (fig. 14.18 et 14.19).

Le corps de l'utérus est la partie située sous l'abouchement des trompes.

L'isthme est une zone de rétrécissement située entre le col et le corps ; il s'allonge pendant la grossesse, prenant alors le nom de segment inférieur.

Le col est la partie de l'utérus qui est incluse dans le vagin.

En dehors de la grossesse, l'utérus est habituellement antéversé et antéfléchi (fig. 14.19). L'angle de flexion est l'angle formé entre le col et le corps de l'utérus. L'angle de version est l'angle que fait le corps de l'utérus avec le vagin.

L'utérus est recouvert de péritoine se réfléchissant en avant sur le dôme de la vessie (cul-de-sac vésico-utérin), en arrière sur le rectum (cul-de-sac recto-utérin) et latéralement sur la paroi pelvienne. Ces replis latéraux forment les *ligaments larges de l'utérus* (fig. 14.17).

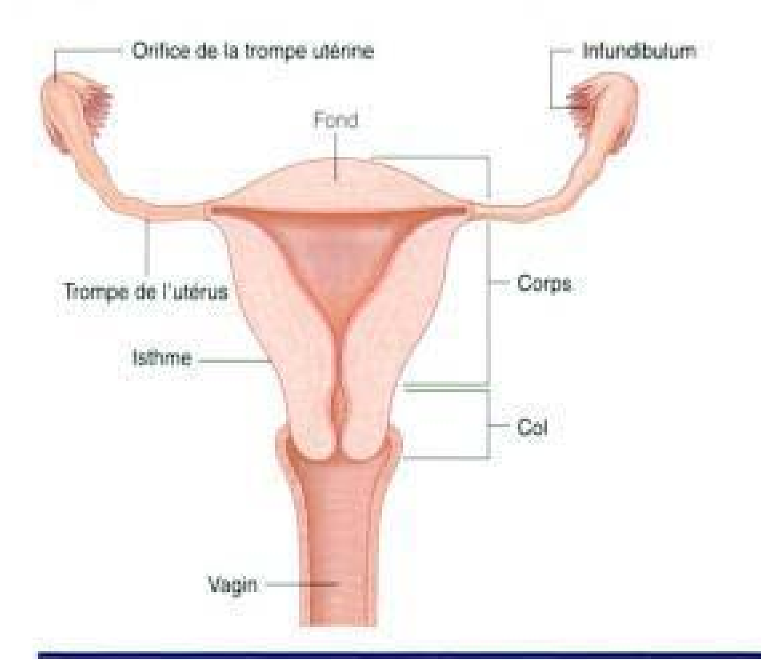


Fig. 14.18.
Utérus. Vue antérieure (les moitiés antérieures de l'utérus et du vagin ont été enlevées).

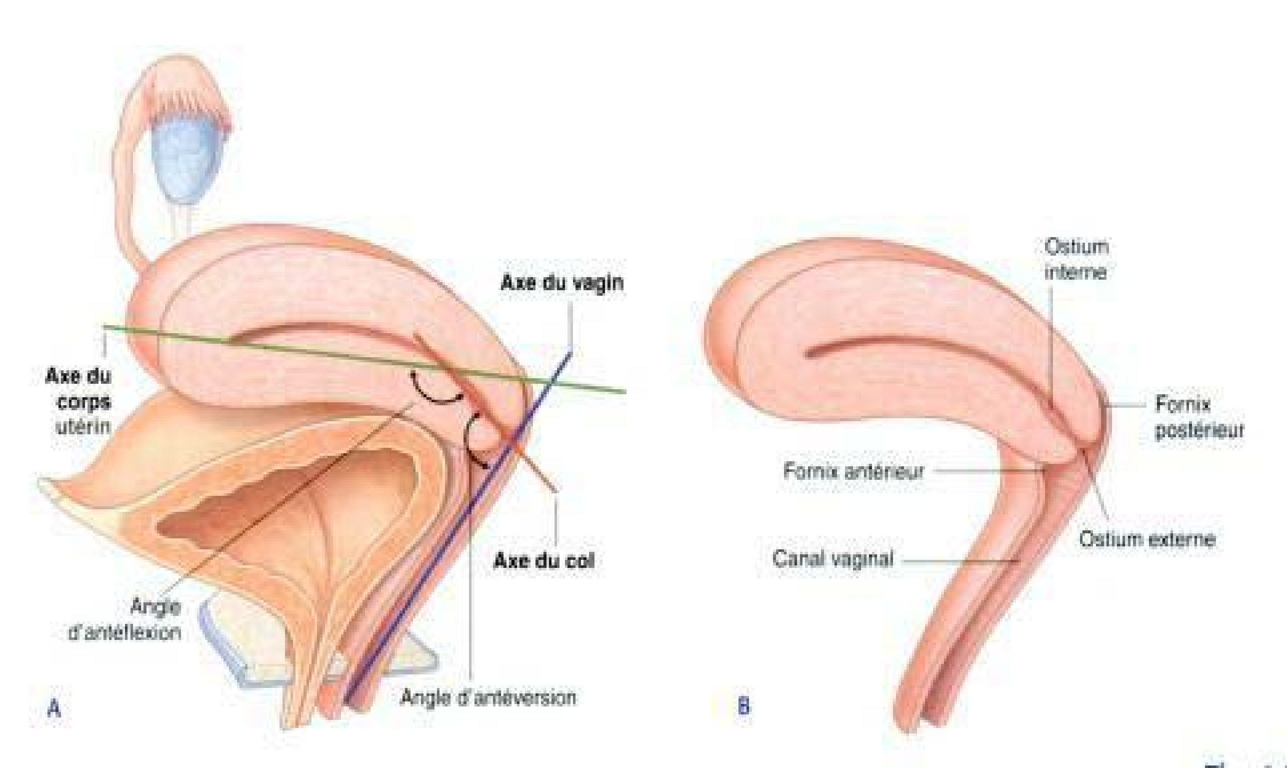


Fig. 14.19.
Utérus et vagin.
A. Angles d'antéflection et d'antéversion. B. Le col se projette dans le vagin.

Par l'intermédiaire du péritoine, le fond de l'utérus est en rapport avec la cavité abdominale, les anses intestinales et le côlon sigmoïde. Le corps répond en avant à la calotte vésicale, en arrière au rectum et latéralement aux annexes et aux ligaments larges (fig. 14.17 et 14.20). C'est au niveau du col que s'insère le *fornix vaginal* (fig. 14.19, B). En dehors du col, se trouvent les artères et veines utérines et les uretères qui traversent la base des ligaments larges.

En avant, le vagin est en rapport avec la face postérieure de la vessie et l'urètre. En arrière, on trouve le cul-de-sac recto-utérin qui se poursuit vers le bas par la *cloison rectovaginale* puis le *centre tendineux du périnée* (fig. 14.17). Ces éléments séparent le vagin du rectum. Latéralement, les fornix sont en rapport avec la partie inférieure des *paramètres* où passent les vaisseaux de l'utérus et les uretères. Latéralement, le vagin est en rapport avec les muscles élévateurs de l'anus et l'aponévrose pelvienne amarrant le vagin à la paroi pelvienne. La partie inférieure du vagin est en rapport avec les formations érectiles du clitoris.

E. Pudendum féminin

Le pudendum féminin est l'ensemble des organes génitaux externes de la femme. Il occupe le périnée antérieur superficiel et s'étend de la région sous-symphysaire à la région pré-anale (fig. 14.21).

Le pudendum a la forme d'une fente antéropostérieure ovoïde limitée latéralement par les *grandes* et les *petites lèvres* de la vulve et en avant par le *mont du pubis* et le *clitoris*. En arrière, les grandes lèvres se rejoignent pour former la commissure postérieure séparant la pudendum de la région pré-anale. L'espace situé entre les faces médiales des petites lèvres est le *canal vulvaire* qui peut être séparé en une portion antérieure en regard du méat urétral et une portion postérieure, ou *vestibule du vagin*. Celui-ci est séparé de l'extrémité inférieure du vagin par l'hymen.

En profondeur, le pudendum entre en rapport avec les formations érectiles de la femme (bulbes vestibulaires et corps caverneux du clitoris), les muscles bulbospongieux (fig. 14.22) et constricteur de la vulve.

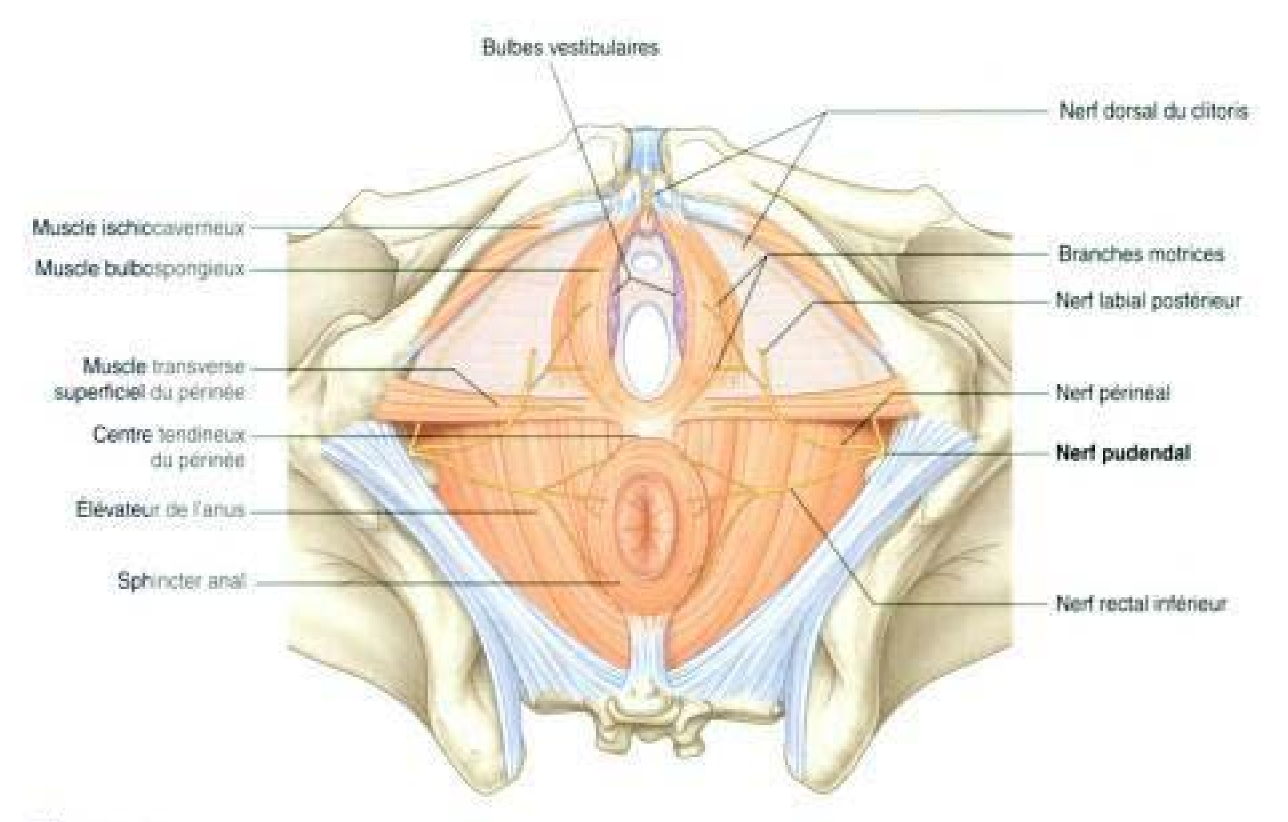
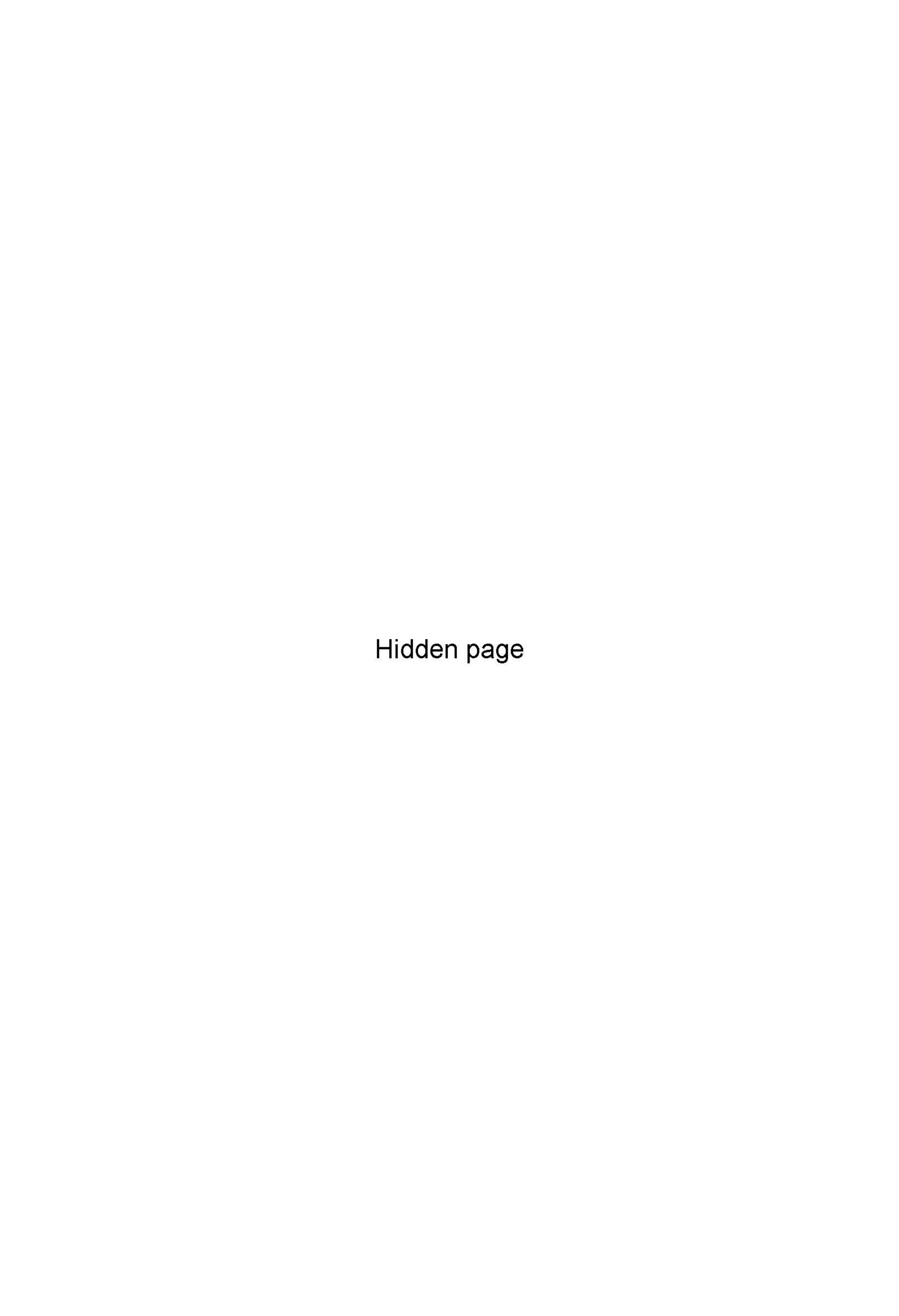


Fig. 14.22.
Nerf pudendal chez la femme.


Hidden page

15

Appareil respiratoire

L'appareil respiratoire regroupe les organes dont la fonction est d'assurer la respiration. Cette fonction vitale est un échange gazeux entre les poumons et l'air atmosphérique.

L'appareil respiratoire se compose :

- des voies aériennes, constituées : des cavités nasales, du pharynx, du larynx, de la trachée et des bronches. Elles véhiculent l'air atmosphérique ;
- des poumons, en majeure partie formée par les alvéoles pulmonaires qui constituent la surface d'échange ;
- des plèvres, enveloppes séreuses permettant le glissement des poumons contre la paroi thoracique ;
- des muscles respiratoires, qui assurent en permanence la circulation de l'air dans les voies aériennes et les poumons ;
- de la circulation sanguine pulmonaire.

I. Voies aériennes

Les voies aériennes peuvent être divisées en deux étages, supérieur et inférieur :

- les *voies aériennes supérieures* sont situées dans la tête et dans le cou. Elles comprennent toutes les structures situées au-dessus de la trachée (fig. 15.1). Ce sont les cavités nasales avec les sinus parasinusaux, le pharynx et le larynx. Dans le pharynx, les voies aériennes et digestives se croisent ;
- les *voies aériennes inférieures* se situent dans le cou et le thorax et se composent de la trachée et des ramifications de l'arbre bronchique, jusqu'aux alvéoles pulmonaires (fig. 15.2).

A. Cavités nasales

Les cavités nasales sont des cavités médianes et irrégulières de la face qui constituent la partie initiale de l'appareil respiratoire (fig. 15.3). Elles sont paires (droite et gauche) et sont séparées par une cloison ostéocartilagi-

Cornets nasaux
Choane
Sinus sphénoïdal
Tonsille pharyngienne
Récessus pharyngien
Orifice de la trompe auditive
Cavité nasale
Narine
Repli recouvrant le sphincter palatopharyngien
Arc palatoglosse (rebord de l'isthme du gosier)
Pli salpingopharyngien
Nasopharynx
Oropharynx
Laryngopharynx
Tonsille palatine
Arc palatopharyngien (repli soulevé par le muscle palatopharyngien)
Langue
Tonsilles linguales
Ouverture du larynx
Os hyoïde
Cartilage cricoïde
Ligament hyoépiglottique
Premier anneau de la trachée
Épiglotte
Œsophage
Cartilage thyroïde
Trachée

Fig. 15.1.
Vue latérale des voies aériennes supérieures.

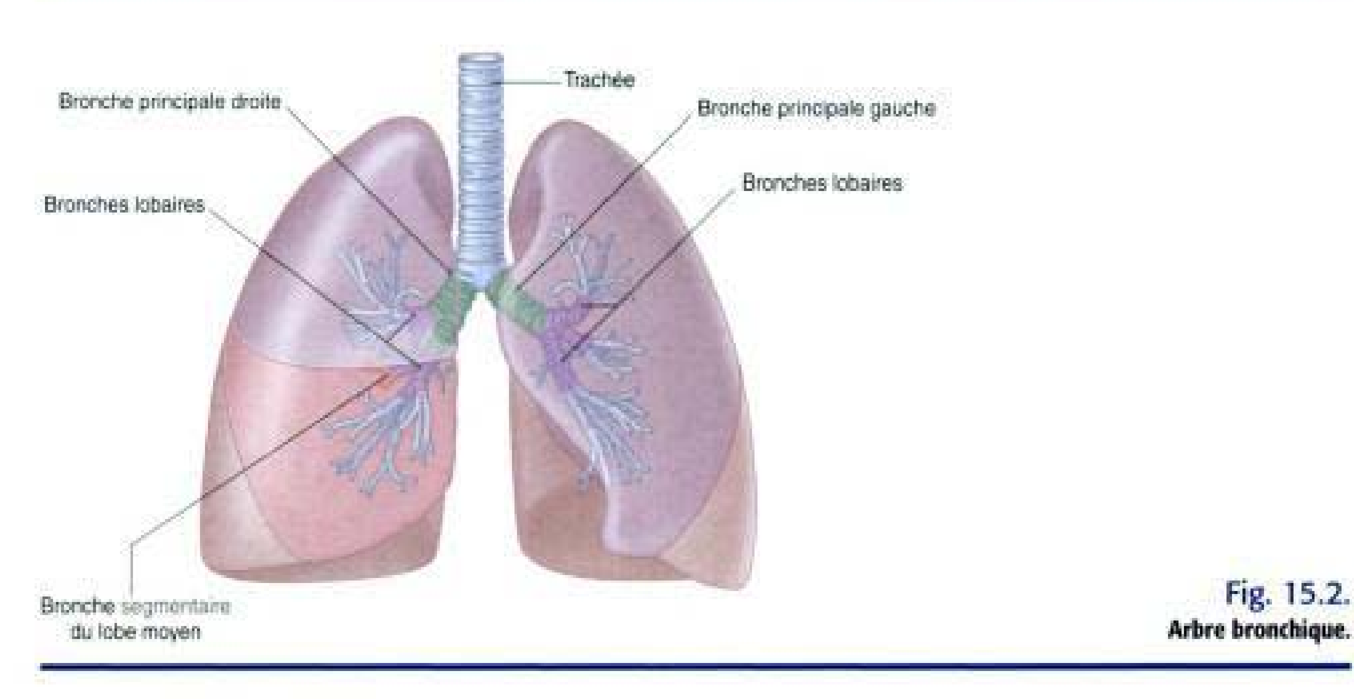


Fig. 15.2.
Arbre bronchique.

neuse sagittale, le *septum nasal*. Chaque cavité nasale est ouverte en avant vers l'extérieur par une *narine*, et en arrière, vers le pharynx, par un *choane*. Elles sont composées de quatre parois : latérale, médiale, un toit et un plancher. Les cavités nasales sont tapissées d'une muqueuse respiratoire ciliée très vascularisée (tache vasculaire sur la paroi médiale). Les parois latérales



Fig. 15.3.
Cavités nasales (vue antérolatérale). Rapports avec les autres cavités.

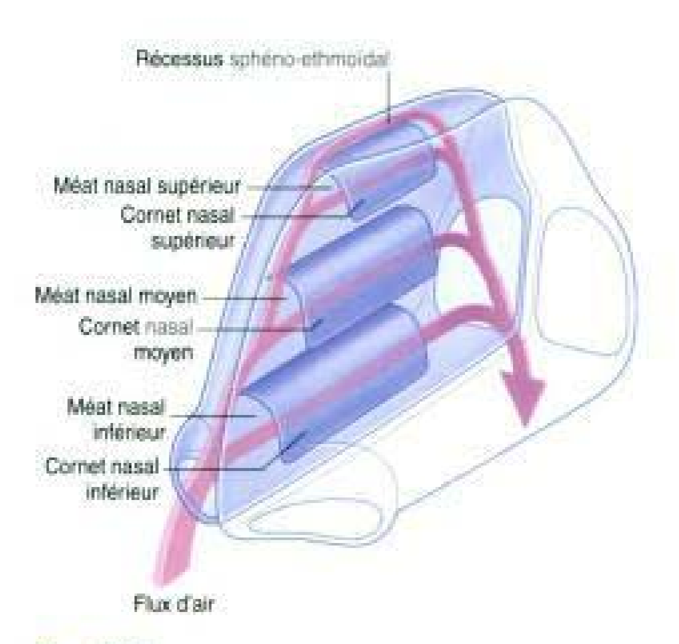


Fig. 15.4.
Flux d'air dans la cavité nasale droite.

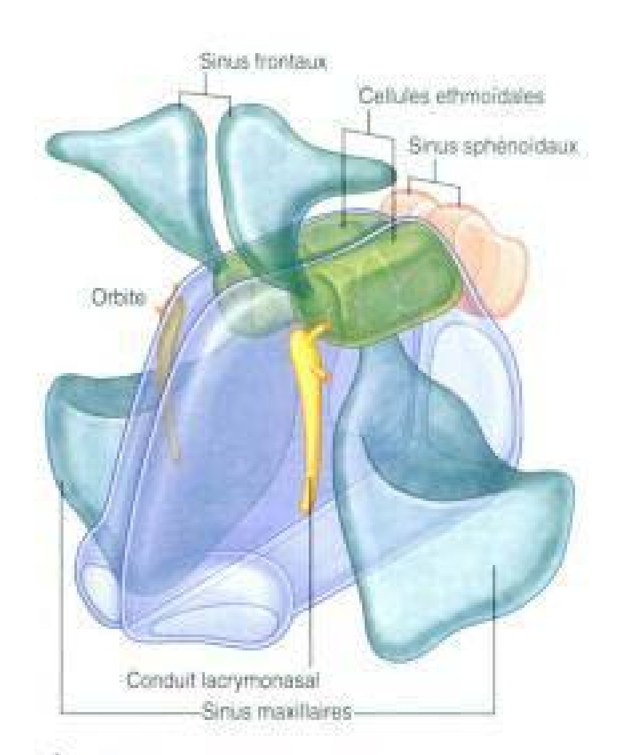


Fig. 15.5.
Sinus paranasaux et conduit lacrymonasal.

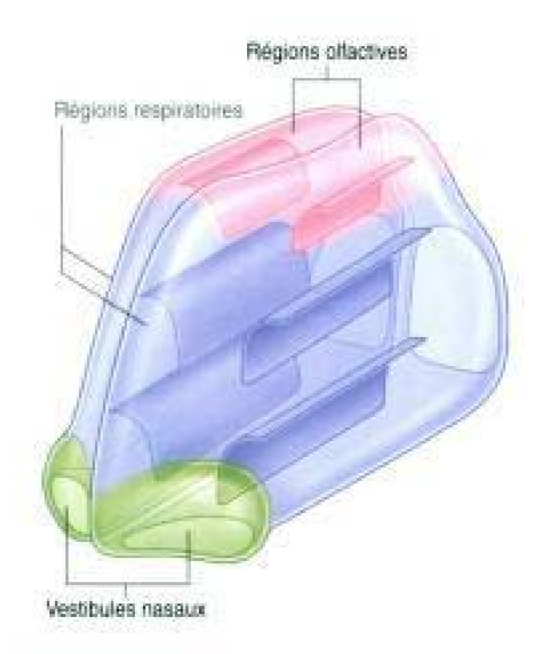


Fig. 15.6.
Régions des cavités nasales.

possèdent trois lames osseuses, les *cornets nasaux*, qui font saillie dans les cavités nasales. Les cornets nasaux augmentent la surface muqueuse, assurant la filtration, le réchauffement et l'humidification de l'air (fig. 15.4).
Les cavités nasales communiquent avec des cavités pneumatiques paires creusées dans les os voisins, dénommées *sinus paranasaux* (sinus ethmoïdaux, frontaux, sphénoïdaux et maxillaires) (fig. 15.5). Les sinus paranasaux

sont recouverts d'une muqueuse en continuité avec celle des cavités nasales. Ils allègent le massif facial et constituent des caisses de résonance (rôle phonatoire). Le toit des cavités nasales est tapissé d'une muqueuse olfactive dont les filets nerveux olfactifs permettent de capter le signal chimique constituant les odeurs (fig. 15.6, et *cf.* fig. 10.1 au chapitre 10).

B. **Pharynx**

Le pharynx est le carrefour aérodigestif (*cf.* fig. 13.1 au chapitre 13). C'est un canal musculomembraneux vertical, situé dans la tête et le cou de la base du crâne au niveau de la sixième vertèbre cervicale (CVI). En arrière des cavités nasales, il s'agit du nasopharynx (ou rhinopharynx) ; en arrière de la cavité orale, de l'oropharynx ; et en arrière du larynx, du laryngopharynx (ou hypopharynx).

- Le *nasopharynx* prolonge les cavités nasales par l'intermédiaire des choanes. Sur ses faces latérales se situe l'orifice de la trompe auditive conduisant à l'oreille moyenne et, plus en arrière, des îlots lymphoïdes (tonsilles, ou végétations). La paroi inférieure est formée par le voile du palais (ou palais mou) qui présente sur la ligne médiane un prolongement, l'uvule (ou luette).
- L'*oropharynx* s'ouvre sur la cavité orale par l'intermédiaire de l'isthme du gosier. C'est un carrefour entre les voies aériennes et digestives, compris entre le voile du palais en haut, la base de la langue en bas et le pilier antérieur (arc palatoglosse) latéralement.
- Le *laryngopharynx* communique en avant avec l'orifice supérieur du larynx et en bas avec l'origine de l'œsophage.

C. **Larynx**

Le larynx est un conduit des voies aériennes et l'organe de la phonation. Il est constitué d'un squelette cartilagineux relié par des ligaments et des membranes, et animé par des muscles (fig. 15.1 et 15.7).

Le *cartilage thyroïde*, le plus volumineux des cartilages du larynx, est constitué de deux lames quadrilatères réunies en avant pour former la proéminence laryngée ou « pomme d'Adam » (fig. 15.7 et *cf.* fig. 3.9 au chapitre 3). Il repose sur le *cartilage cricoïde* qui forme un cylindre en forme de bague dont le chaton serait postérieur. Le bord inférieur du cartilage cricoïde s'articule avec le premier anneau de la trachée.

En arrière du cartilage thyroïde s'insère le *cartilage épiglottique*, charpente de l'épiglotte ; lors de la déglutition, l'épiglotte se rabat sur l'orifice supérieur du larynx et protège les voies aériennes inférieures de l'inhalation du bol alimentaire (« fausse route »). Situés également en arrière du cartilage thyroïde, les *cartilages aryténoïdes* sont pairs et forment des petites pyramides reposant sur le cartilage cricoïde. Leur mobilité permet la mise en mouvement des plis vocaux, recouvrant les ligaments vocaux (fig. 15.7, B), entre lesquels se situe la glotte. L'air expiré traverse la *fente glottique* et fait vibrer les *plis vocaux* permettant l'émission des sons (fonction phonatoire du larynx) (fig. 15.8). Les cartilages aryténoïdes portent aussi l'insertion des ligaments vestibulaires (fig. 15.7, B) (recouverts des plis vestibulaires), reliés au cartilage épiglottique par les membranes quadrangulaires ; les *plis vestibulaires* créent la *fente vestibulaire* (fig. 15.8) située au-dessus de la fente glottique.

▪ *Le vestibule du larynx est la portion qui s'étend de l'entrée du larynx à la fente vestibulaire.*

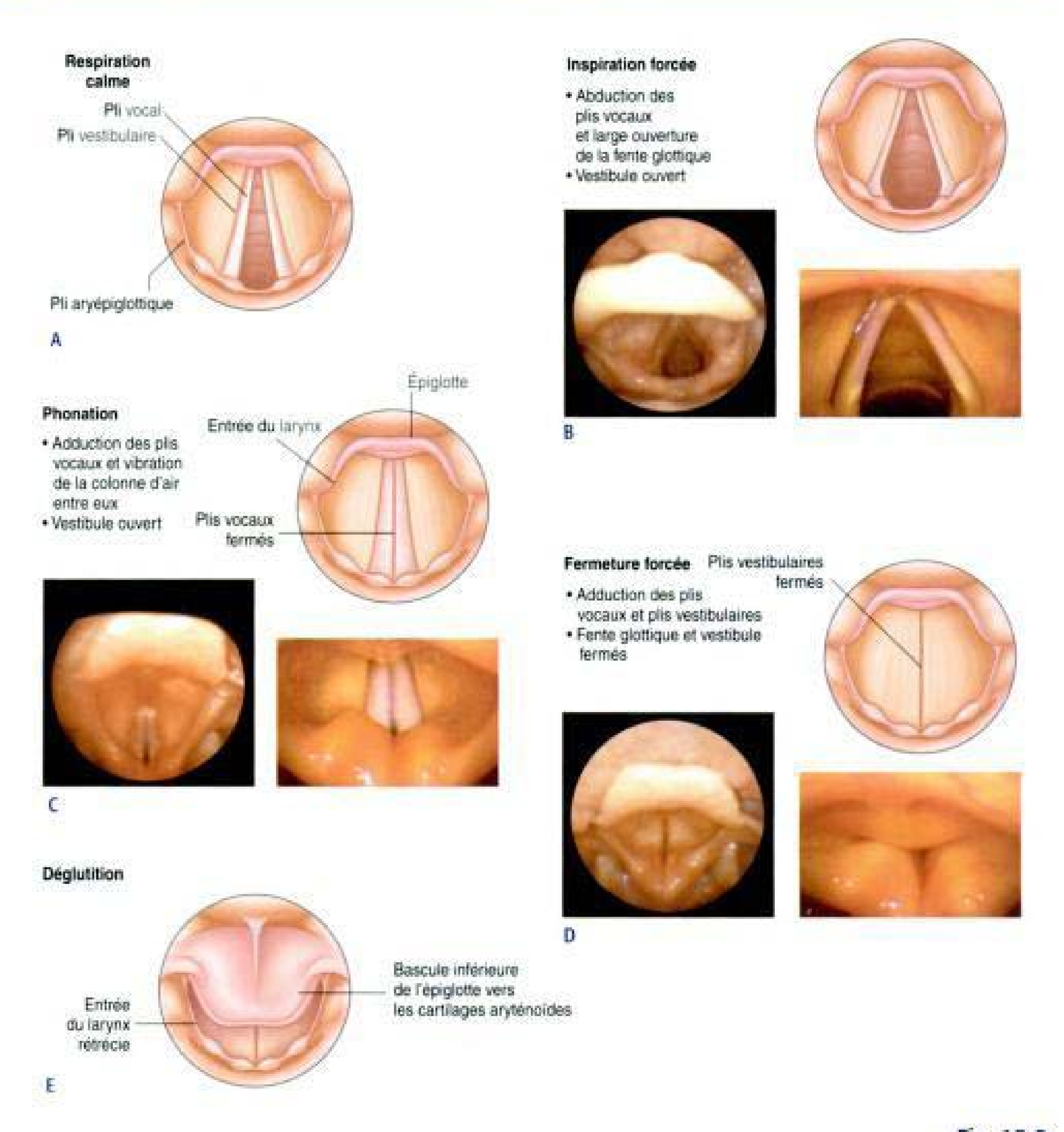


Fig. 15.8.
Fonction du larynx.
A. Respiration calme. B. Inspiration forcée. C. Phonation. D. Fermeture forcée. E. Déglutition.

- à droite, la bronche principale se divise en une bronche lobaire supérieure et une bronche intermédiaire, qui se divise plus loin en bronches lobaires moyenne et inférieure :
  - la bronche lobaire supérieure donne trois bronches segmentaires : apicale (ou bronche segmentaire n° 1), dorsale (2) et ventrale (3),
  - la bronche lobaire moyenne donne deux bronches segmentaires : latérale (4) et médiale (5),

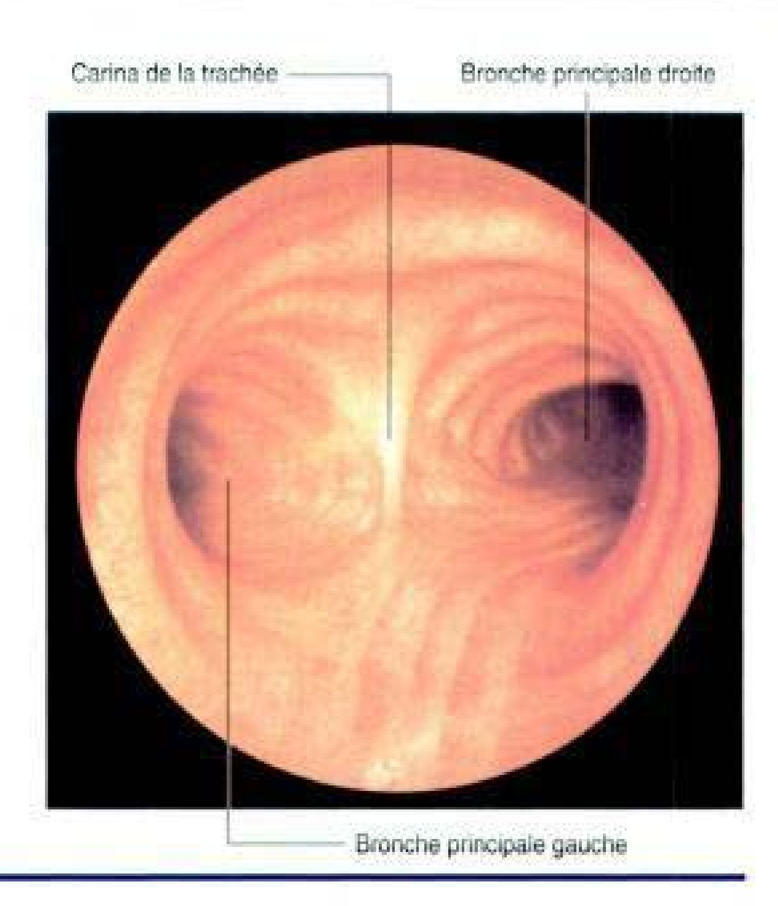


Fig. 15.9.
Image de fibroscopie bronchique. Partie terminale de la trachée et divisions en bronches principales droite et gauche.

- la bronche lobaire inférieure donne vers le haut une bronche segmentaire apicale du lobe inférieur (6) puis se distribue en quatre segments formant une pyramide basale : basomédial (7), basoventral (8), puis basolatéral (9) et basodorsal (10).

- à gauche, la bronche principale, plus longue, se divise en deux bronches lobaires, supérieure et inférieure :
  - la bronche lobaire supérieure donne trois bronches segmentaires (1, 2 et 3) destinées à la portion crâniale du lobe supérieur du poumon gauche, dénommée culmen ; et deux bronches segmentaires (4 et 5) destinées à la portion caudale du lobe supérieur du poumon gauche, dénommée lingula,
  - la bronche lobaire inférieure se divise en une bronche segmentaire apicale (6) et une pyramide basale (7, 8, 9 et 10).

Les bronches segmentaires conduisent ensuite à des bronchioles, qui ont perdu le squelette cartilagineux, puis à des bronchioles terminales, des bronchioles respiratoires et, enfin, à des conduits alvéolaires aboutissant aux alvéoles pulmonaires. Entre la trachée et les alvéoles pulmonaires, il existe jusqu'à vingt-trois divisions.

F. Moyens d'exploration morphologique des voies aériennes

Le moyen d'exploration morphologique de choix est l'endoscopie, qui permet une vision directe de l'intégrité anatomique des voies aériennes (rhinoscopie, laryngoscopie, bronchoscopie). Au niveau du pharynx et du larynx, un examen au miroir peut être réalisé. Pour l'exploration des bronches, un endoscope est nécessaire (fig. 15.9).

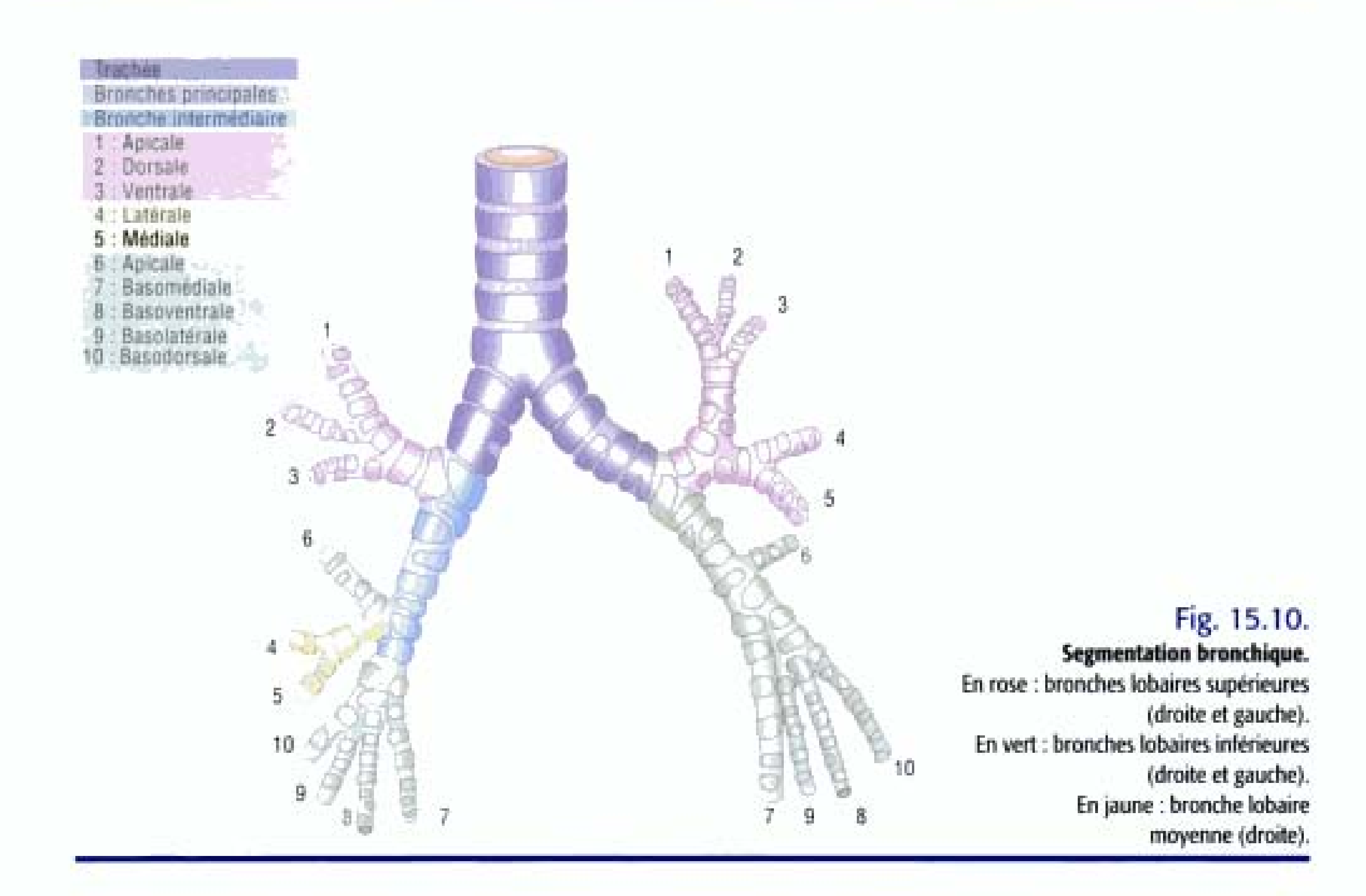


Fig. 15.10.
Segmentation bronchique.
En rose : bronches lobaires supérieures (droite et gauche).
En vert : bronches lobaires inférieures (droite et gauche).
En jaune : bronche lobaire moyenne (droite).

II. Poumons

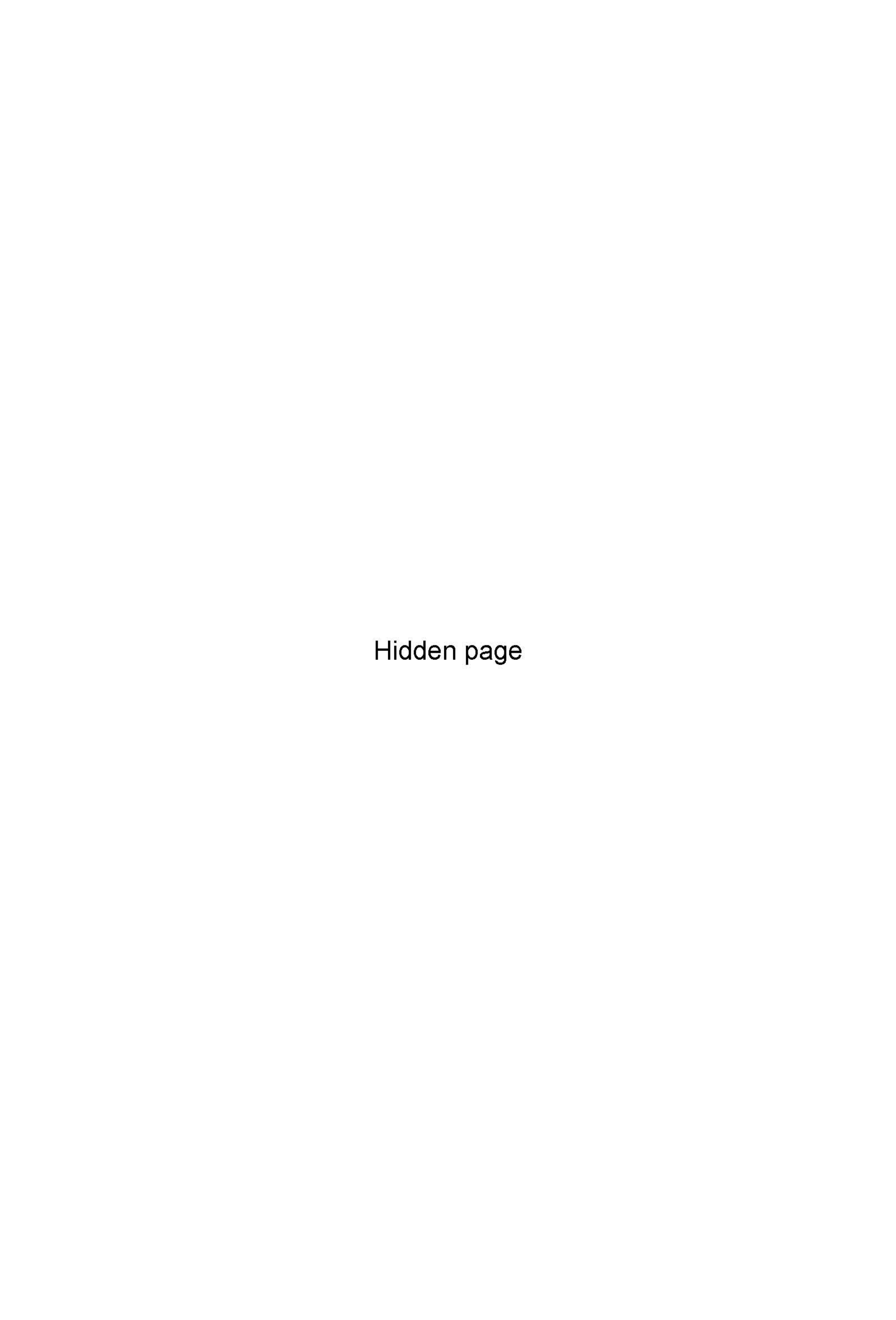
Les poumons sont les organes de la respiration où se font les échanges gazeux.

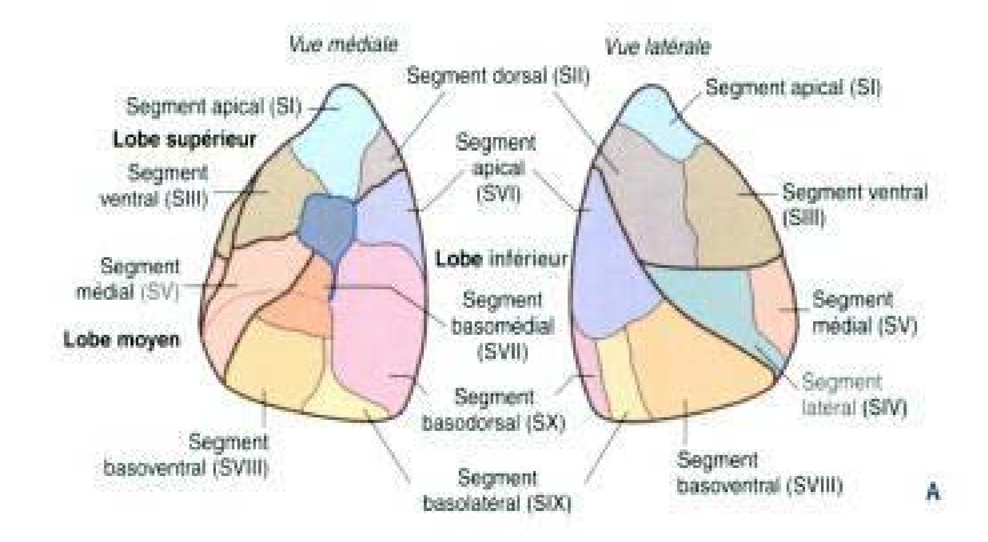
A. Description

Les poumons sont au nombre de deux, droit et gauche. Ils occupent la plus grande partie de la cavité thoracique. Ils délimitent entre eux le *médiastin*. Chaque poumon a la forme d'une pyramide avec une base inférieure, ou diaphragmatique, qui repose sur le diaphragme, et un sommet, ou apex, qui saille dans la région subclavière. On décrit à chaque poumon deux faces : une face médiale, plane appliquée contre le médiastin, et une face latérale, convexe, qui repose sur les côtes (fig. 15.11).

Les poumons sont constitués de *lobes pulmonaires* séparés par une *scissure lobaire* formant à la surface des poumons des sillons visibles :

- à droite, il existe trois lobes pulmonaires (supérieur, moyen et inférieur) et deux scissures lobaires dénommées grande et petite scissures ; le lobe moyen se trouve entre les deux scissures (fig. 15.12) :
  - la grande scissure (ou scissure oblique) est oblique en bas et en avant ; elle descend jusqu'à la face diaphragmatique,
  - la petite scissure (ou scissure horizontale) est horizontale depuis le milieu de la grande, vers l'avant ;
- à gauche, il existe deux lobes pulmonaires (supérieur et inférieur) et une seule scissure lobaire oblique en avant et en bas, de telle sorte que le lobe supérieur descend jusqu'au diaphragme (fig. 15.13).


Hidden page



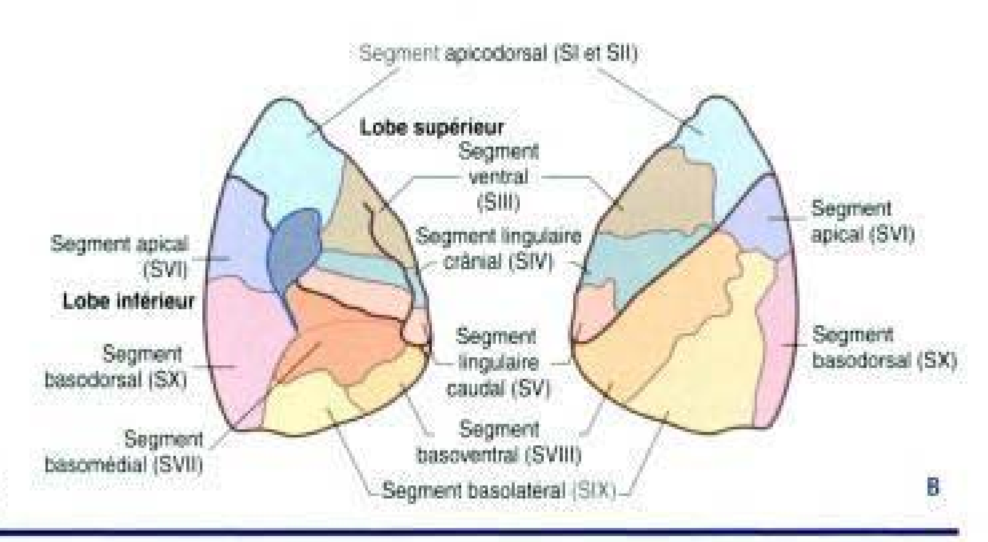


Fig. 15.14.
Segmentation bronchopulmonaire.
A. Poumon droit. B. Poumon gauche.

C. Hile et pédicule pulmonaire

Le hile pulmonaire est une région située au niveau de la face médiale des poumons, par laquelle pénètrent les bronches principales, les vaisseaux nourriciers des poumons et des bronches, et la vascularisation fonctionnelle, ou circulation pulmonaire. L'ensemble forme le pédicule pulmonaire (fig. 15.16).

Le pédicule nourricier comprend les artères et les veines bronchiques, les collecteurs lymphatiques et les nerfs bronchiques. Ils sont destinés aux parois de l'arbre bronchique.

L'innervation bronchique est végétative, sympathique et parasympathique :

- la stimulation sympathique entraîne une relaxation des muscles lisses de l'arbre bronchique et donc une bronchodilatation ;
- la stimulation parasympathique entraîne une contraction des muscles de l'arbre bronchique et donc une bronchoconstriction.

D. Moyens d'exploration morphologique des poumons

La radiographie du thorax et le scanner thoracique sont les moyens d'exploration morphologique de référence du parenchyme pulmonaire (fig. 15.17).

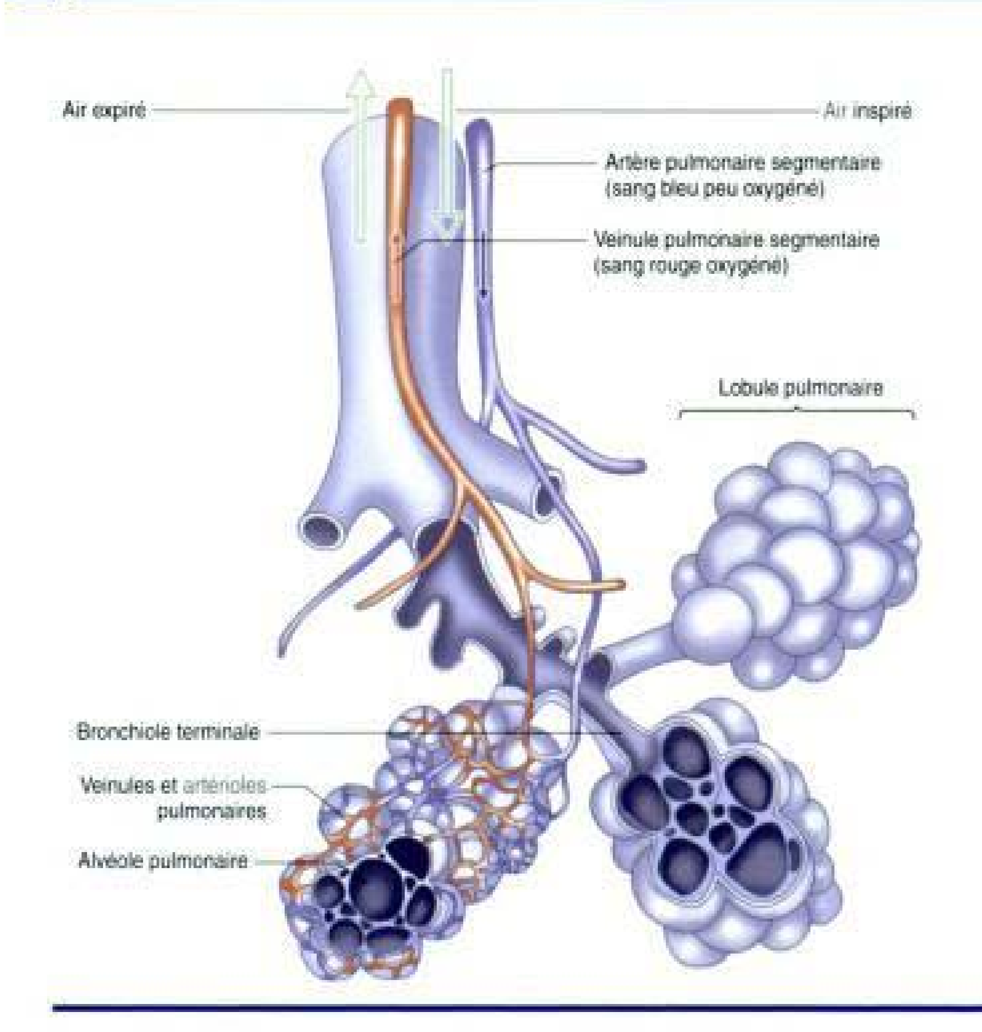


Fig. 15.15.
Alvéoles pulmonaires.

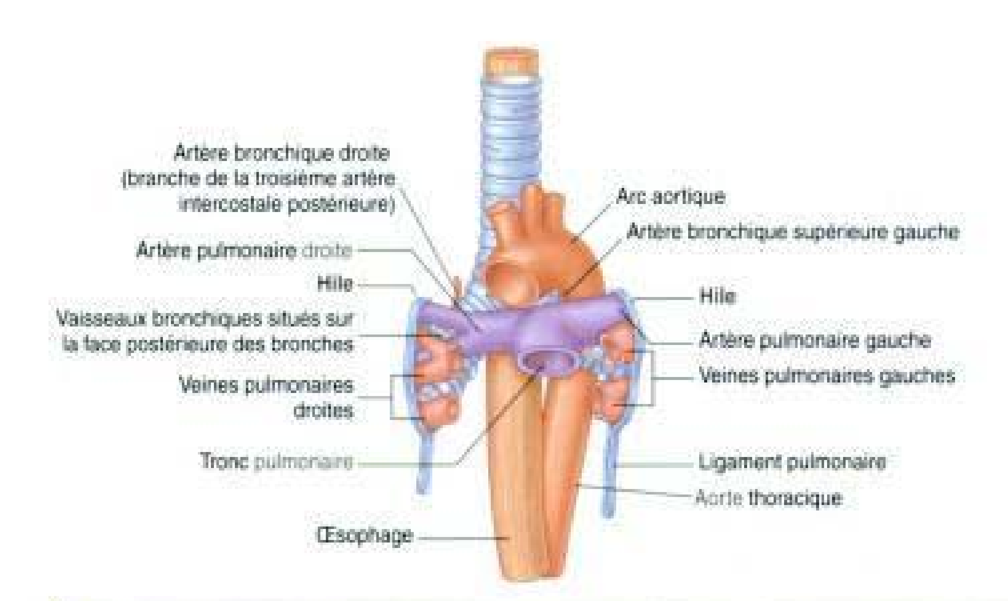


Fig. 15.16.
Pédicules pulmonaires.

III. Plèvres

Les plèvres sont les enveloppes séreuses des poumons. Elles sont constituées de deux feuillets, viscéral et pariétal, qui vont permettre aux poumons de glisser au cours des mouvements respiratoires, contre les parois thoraciques et médiastinales. La cavité pleurale délimitée par les deux feuillets est virtuelle, en pression négative, maintenant les poumons

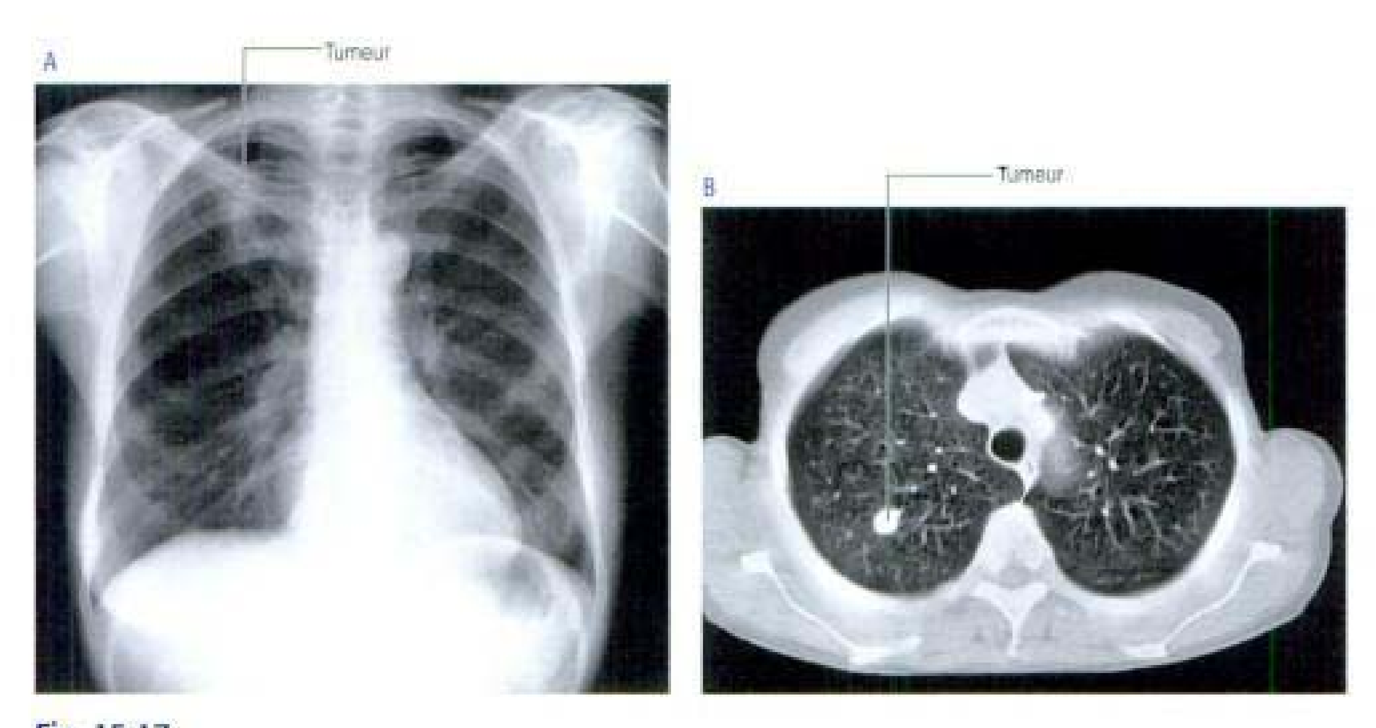


Fig. 15.17.
Imagerie des poumons.
A. Radiographie standard du thorax de face montrant une tumeur au niveau du poumon droit. B. Scanner thoracique en coupe transversale montrant une tumeur du poumon droit.

appliqués contre les parois et favorisant ainsi leur expansion au cours des mouvements respiratoires.

1. Plèvre pariétale

Le feuillet pariétal recouvre toute la cavité pleurale et se compose de parties costale, diaphragmatique et médiastinale, et d'un sommet dénommé dôme pleural qui fait saillie dans la région subclavière (fig. 15.18). Le feuillet pariétal est très adhérent aux parois.

2. Plèvre viscérale

Le feuillet viscéral recouvre toute la surface des poumons sauf la région du hile, où il se réfléchit avec le feuillet pariétal (fig. 15.19). Les deux feuillets sont accolés au-dessous du hile et forment le ligament pulmonaire. Le feuillet viscéral s'insinue dans les scissures interlobaires sur toute leur étendue. Il est faiblement adhérent à la surface pulmonaire.

3. Récessus pleuraux

Les récessus pleuraux sont les angles suivant lesquels le feuillet pariétal se réfléchit d'une partie sur l'autre : récessus costomédiastinal, phrénico-médiastinal, costodiaphragmatique et vertébromédiastinal.
Le récessus costodiaphragmatique forme un *cul-de-sac pleural* non rempli par le poumon (fig. 15.20). En effet, en inspiration calme :
- le poumon et le feuillet viscéral atteignent la sixième côte antérieurement (sur la ligne médioclaviculaire), la huitième côte latéralement (sur la ligne médioaxillaire) et la vertèbre TX postérieurement ;

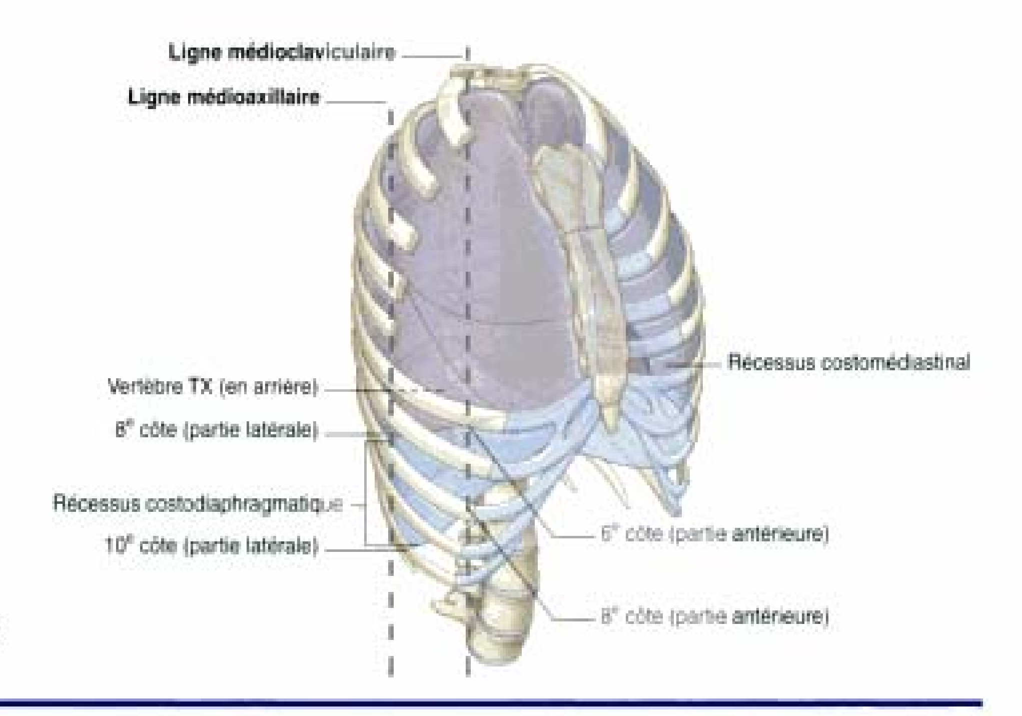


Fig. 15.20.
Réflexions de la plèvre pariétale et récessus.

- tandis que le feuillet pariétal se situe sous la huitième côte antérieurement, la dixième côte latéralement et la vertèbre TXII postérieurement.

IV. Muscles respiratoires

Les muscles respiratoires permettent l'augmentation de volume de la cavité thoracique et donc l'inspiration, qui est un phénomène actif. L'expiration, phénomène passif, se fait grâce au relâchement des muscles respiratoires et à l'élasticité de la paroi thoracique. Lors de la respiration normale, le principal muscle inspiratoire est le diaphragme.

1. Muscle inspirateur principal : le diaphragme

Le diaphragme sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale (fig. 15.19 et 15.21, et *cf.* fig. 12.2 et 13.2 aux chapitres 12 et 13). Muscle digastrique, il est constitué d'un *centre tendineux* et d'une portion musculaire périphérique. La portion musculaire forme *deux coupoles diaphragmatiques* : droite et gauche. Chaque coupole diaphragmatique par ses insertions musculaires a trois parties : lombale, costale et sternale.

■ *La coupole droite est un peu plus haute que la gauche.*

Chaque coupole diaphragmatique est innervée par un nerf phrénique, issu de la racine C4 du plexus cervical.

Lorsque la portion musculaire se contracte, elle abaisse le centre tendineux, allonge la cavité thoracique et augmente son volume. Elle entraîne ainsi une augmentation du volume pulmonaire et l'inspiration d'air atmosphérique.

2. Muscles respiratoires de la respiration forcée

Lors de mouvements inspiratoires forcés peuvent se contracter les muscles élévateurs des côtes : muscles scalènes, sternocléidomastoïdien, pectoraux, grand dorsal et dentelé antérieur.

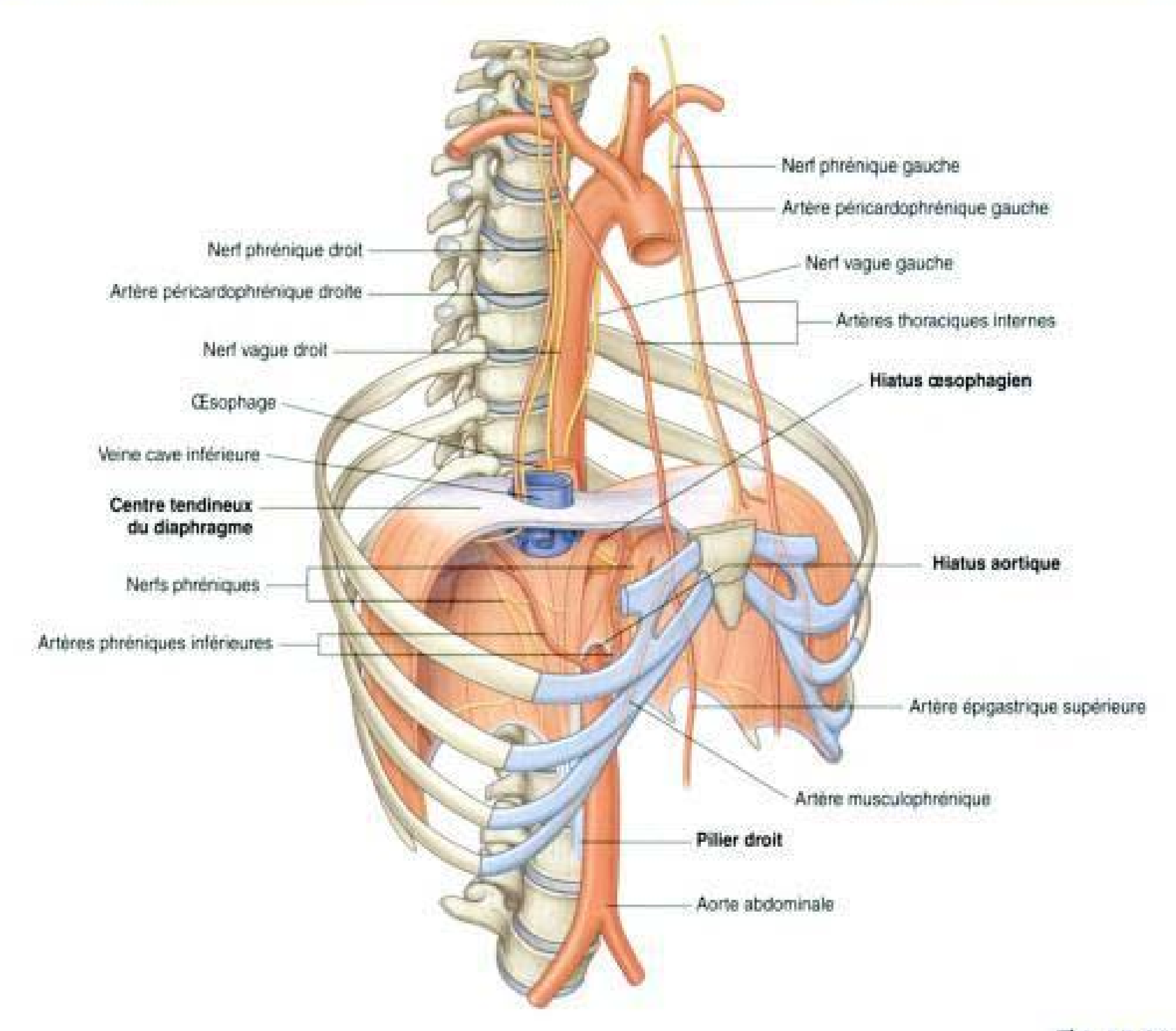


Fig. 15.21.
Diaphragme.

3. Contraction des muscles de la paroi abdominale

La contraction des muscles de la paroi abdominale favorise l'expiration forcée. Ils augmentent également la pression intra-abdominale ce qui facilite l'ascension du diaphragme.

V. Circulation pulmonaire

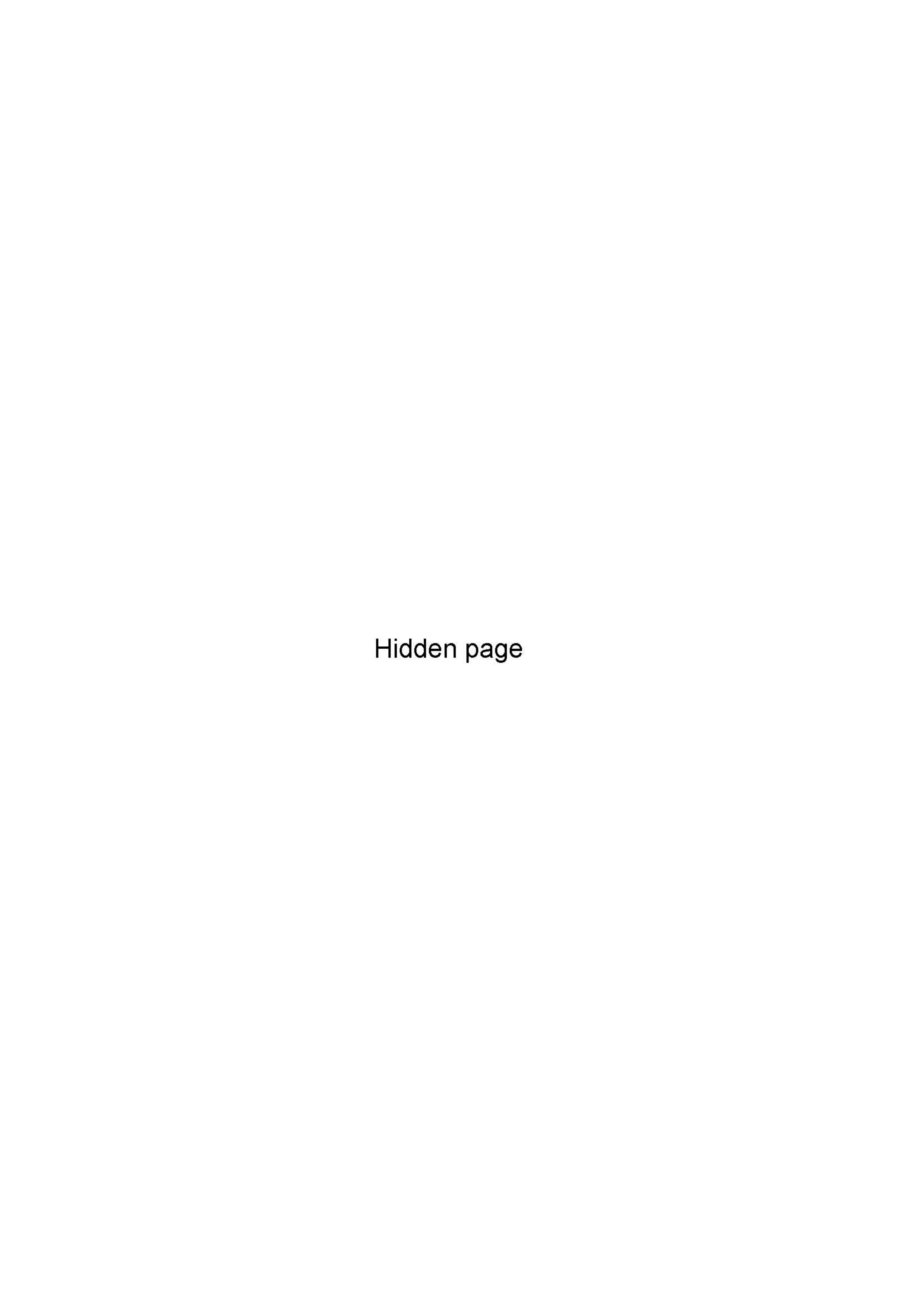
La circulation pulmonaire (*cf.* fig. 12.1 au chapitre 12) assure la vascularisation fonctionnelle des poumons. Le *tronc pulmonaire* naît du ventricule droit au niveau de la valve pulmonaire (*cf.* fig. 12.6). Sa division se fait sous l'arc aortique en deux artères pulmonaires droite et gauche (fig. 15.16).

Les branches de division des artères pulmonaires suivent la segmentation bronchique. Au niveau des lobules pulmonaires, les artérioles suivent les bronchioles, les précapillaires les conduits alvéolaires et les capillaires entourent les alvéoles (fig. 15.15).

En aval de la membrane alvéolocapillaire, les veines post-capillaires se placent entre les lobules puis entre les segments. Ainsi, chaque veine draine du sang des territoires de plusieurs artérioles. À droite comme à gauche, le réseau veineux se réunit pour former deux veines pulmonaires, supérieure et inférieure. La veine pulmonaire supérieure est l'élément supérieur du pédicule pulmonaire tandis que la veine pulmonaire inférieure en est l'élément inférieur.
Les quatre veines pulmonaires se jettent dans l'atrium gauche (*cf.* fig. 12.3).

POINTS CLÉS

- L'appareil respiratoire a pour fonction l'oxygénation du sang.
- Il comprend des voies respiratoires supérieures (fosses nasales, pharynx, larynx) et inférieures (trachée, bronches) et un organe pour les échanges gazeux : le poumon.
- Les poumons, au nombre de deux, droit et gauche, occupent la majeure partie de la cavité thoracique. Ils sont divisés en lobes, séparés par des scissures, et en segments.
- La plèvre est la membrane séreuse qui entoure chaque poumon.
- Les poumons possèdent un pédicule fonctionnel (artère pulmonaire, veines pulmonaires, bronches) et un pédicule nourricier (artère bronchique, veine bronchique, lymphatique et nerfs).
- Le muscle diaphragme est le muscle inspirateur principal.
- La mécanique respiratoire est liée à un abaissement du diaphragme et à un élargissement de la cage thoracique.



❑ **D.** Les bronches principales sont des éléments des pédicules pulmonaires.

❑ **E.** Les segments bronchiques ont un squelette fibromusculaire non cartilagineux.

6. La segmentation pulmonaire :

❑ **A.** Le poumon droit présente trois lobes.

❑ **B.** Elle se superpose à la segmentation bronchique.

❑ **C.** Le lobe inférieur de chaque poumon est constitué de cinq segments.

❑ **D.** Le lobe moyen gauche est constitué de deux segments.

❑ **E.** La portion caudale du lobe supérieur du poumon gauche est dénommée culmen.

7. Le diaphragme :

❑ **A.** Est un muscle digastrique.

❑ **B.** Est un muscle inspiratoire.

❑ **C.** Est innervé par les nerfs pneumogastriques.

❑ **D.** Ses piliers s'insèrent sur la colonne thoracique.

❑ **E.** Sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale.

8. Le pédicule pulmonaire :

❑ **A.** Les artères bronchiques sont extrapédiculaires et proviennent directement de l'aorte thoracique.

❑ **B.** Les veines bronchiques se drainent dans la veine cave supérieure.

❑ **C.** Il existe une veine pulmonaire à droite et à gauche.

❑ **D.** Les vaisseaux nourriciers comprennent les artères et les veines bronchiques, des vaisseaux lymphatiques et les nerfs bronchiques.

❑ **E.** Les artères bronchiques suivent les ramifications de l'arbre bronchique.

9. Les cavités nasales :

❑ **A.** Elles s'ouvrent dans l'oropharynx par les choanes.

❑ **B.** Elles sont tapissées d'une muqueuse respiratoire ciliée et d'une muqueuse olfactive.

❑ **C.** Les cavités nasales communiquent avec les sinus paranasaux.

❑ **D.** Les cornets nasaux font saillie dans les cavités nasales.

❑ **E.** Elles sont séparées par un septum nasal ostéocartilagineux.

10. Les alvéoles pulmonaires :

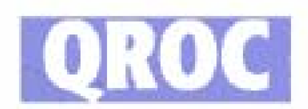
❑ **A.** Sont des dilatations sacciformes situées à l'intérieur des lobules pulmonaires.

❑ **B.** Sont le lieu des échanges gazeux.

❑ **C.** Constituent une surface d'échange d'environ 10 m^2.

❑ **D.** Sont richement vascularisés.

❑ **E.** Se remplissent d'air atmosphérique par les conduits alvéolaires.



1. Énumérer les cartilages du larynx.

2. Quelle est la bronche principale la plus verticale ?

3. Quel est le principal muscle inspiratoire ?

4. Quels sont les vaisseaux nourriciers du pédicule pulmonaire ?

5. Quelle est l'origine de l'artère pulmonaire ?

Pour les corrections, se reporter à la page 304.

16

Appareil endocrinien

L'appareil endocrinien regroupe les glandes endocrines et les cellules endocrines disséminées dont la fonction est de réguler et de coordonner les activités métaboliques de l'organisme. Les glandes et cellules endocrines sont richement vascularisées et leurs cellules sécrétrices déversent directement dans le sang une substance chimique dénommée hormone, qui exerce une action spécifique sur d'autres organes ou tissus. Les cellules endocrines disséminées appartiennent à des organes amphicrines, ou mixtes, qui sont à la fois endocrines et exocrines. Les glandes endocrines se distinguent des glandes exocrines par l'absence de canaux excréteurs.

Les glandes endocrines de l'appareil endocrinien sont : l'hypophyse, le corps pinéal (anciennement épiphyse), la glande thyroïde, les glandes parathyroïdes, le thymus et les glandes surrénales.
Les principales cellules endocrines disséminées de l'appareil endocrinien sont : les îlots pancréatiques et les cellules interstitielles des testicules et des ovaires.
L'hypothalamus est une entité indépendante. C'est un organe neuroendocrine qui appartient au système nerveux central et à l'appareil endocrinien. Par ses connexions avec l'hypophyse, il constitue un axe hypothalamohypophysaire qui est l'organe de contrôle central des fonctions endocrines.

I. Axe hypothalamohypophysaire

A. Hypophyse

L'hypophyse (*glande pituitaire*) est une glande endocrine appendue au diencéphale. Elle est située dans la loge hypophysaire de la *selle turcique*, qui est une excavation creusée à la face supérieure du corps de l'os sphénoïdal, au centre de la base du crâne (fig. 16.1). Elle est au contact du

sinus sphénoïdal et des cavités nasales, ce qui explique son abord chirurgical transnasal. La loge hypophysaire est séparée de la base du cerveau par un feuillet de dure-mère dénommé *diaphragme sellaire*. Ce diaphragme est perforé d'un orifice médian à l'intérieur duquel passe le *pédoncule hypophysaire* qui relie l'hypophyse à l'hypothalamus (fig. 16.2).

C'est une glande d'environ 15 mm de grand axe, d'un poids de 0,5 g. Elle comporte deux lobes, dont l'origine, la structure et la fonction sont différentes :

- le lobe antérieur, ou *adénohypophyse*, est d'origine pharyngienne. Il représente la plus grande partie de la glande et comprend trois parties : tubérale, intermédiaire et distale. Il sécrète des hormones sous l'action de facteurs hypothalamiques qui lui parviennent par l'intermédiaire d'un système capillaire porte. Il est responsable de la sécrétion des hormones gonadotropes (FSH[1], LH), thyréotrope (TSH), corticotrope (ACTH) – qui ont une action stimulante respectivement sur les gonades, la thyroïde, et la corticosurrénale – et d'autres hormones, somatotrope (GH), mélanotrope (MSH) et la prolactine, qui ont une action directe sur les tissus ;
- le lobe postérieur, ou *neurohypophyse*, est d'origine nerveuse. Il est relié à l'infundibulum de l'hypothalamus par le pédoncule hypophysaire (fig. 16.3 et *cf.* fig. 8.9 au chapitre 8). Il contient des prolongements axonaux des neurones hypothalamiques et aurait un rôle de stockage des hormones hypothalamiques.

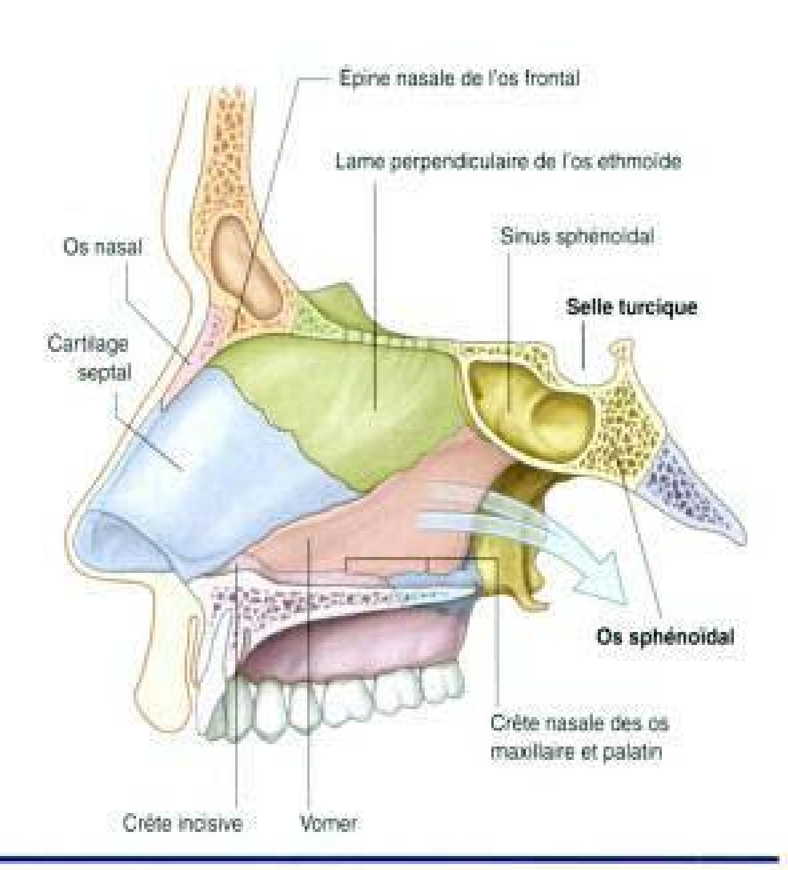


Fig. 16.1.
Selle turcique.

1. FSH, *follicle stimulating hormone* ; LH, *luteinising hormone* ; TSH, *thyroid stimulating hormone* ; ACTH, *adrenocorticotropic hormone* ; GH, growth hormone; MSH, *melanocytes stimulating hormone*.

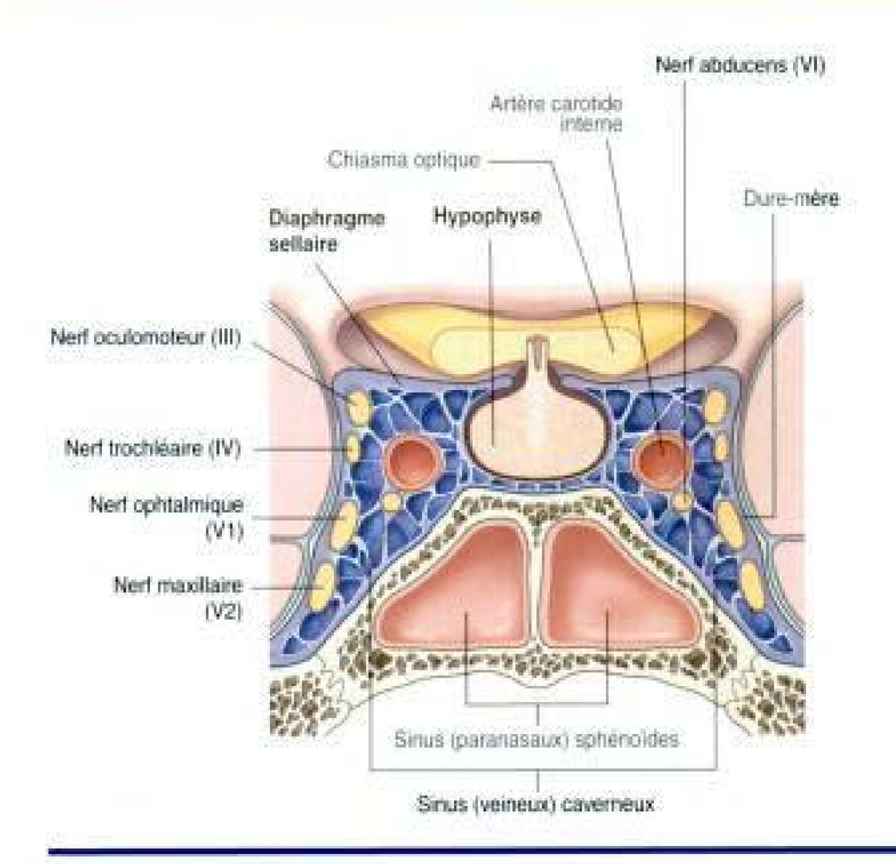


Fig. 16.2.
Loge hypophysaire.

Le moyen d'exploration morphologique de choix de l'hypophyse est l'imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM).

B. Hypothalamus

L'hypothalamus est formé par l'étage inférieur et ventral du *diencéphale* (*cf.* chapitre 8 – Système nerveux central). Il constitue le plancher et une partie de la paroi latérale du troisième ventricule (fig. 16.3). Il se compose de trois régions : rostrale (ou hypothalamique antérieure), moyenne et caudale (ou hypothalamique postérieure). La région rostrale est adossée au chiasma optique. Au niveau de la région moyenne, il se prolonge caudalement par un récessus dénommé *infundibulum* de l'hypothalamus qui est relié à l'hypophyse par l'intermédiaire du pédoncule hypophysaire. La région dorsale se prolonge vers les corps mamillaires.

- La région hypothalamique antérieure a une fonction endocrine. Une sécrétion de peptides (arginine, vasopressine et ocytocine) est assurée par les *noyaux supraoptique* et *paraventriculaire*. Ils sont transmis à la neurohypophyse par les tractus supraoptico-hypophysaire et paraventriculo-hypophysaire grâce à une protéine porteuse dénommée *neurophysine*.
- La région hypothalamique moyenne a une fonction sécrétoire. Des hormones stimulantes ou inhibantes (*releasing* ou *inhibiting factors*) sont sécrétées par les *noyaux du tuber cinereum*. Ils sont transmis à l'adénohypophyse via le *système porte hypophysaire* et le tractus tubéro-infundibulaire qui chemine dans l'infundibulum. L'hypothalamus assure ainsi un rôle hypophysiotrope en contrôlant les sécrétions hormonales de l'hypophyse.
- La région hypothalamique postérieure a une fonction végétative et intervient dans l'éveil.

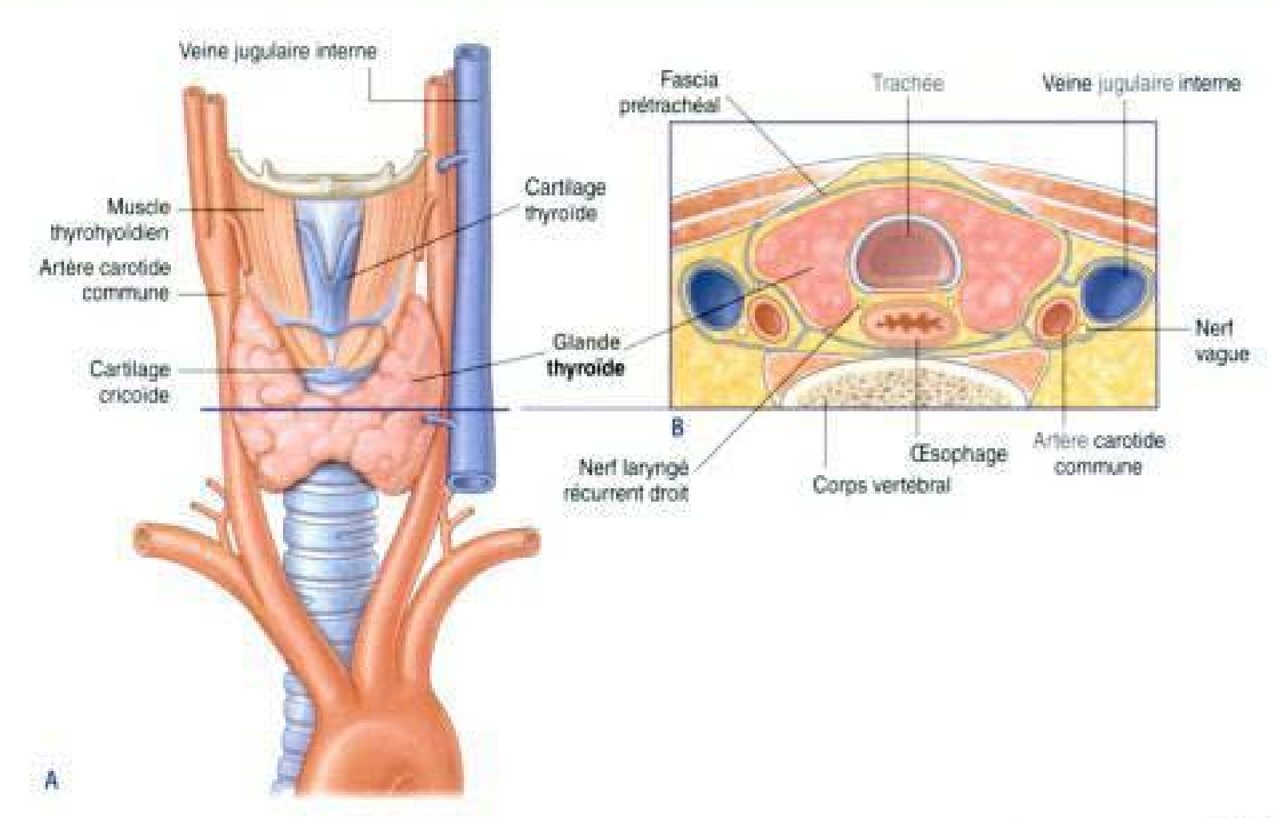


Fig. 16.4.
Glande thyroïde dans le triangle antérieur du cou.
A. Vue antérieure. B. Vue horizontale.

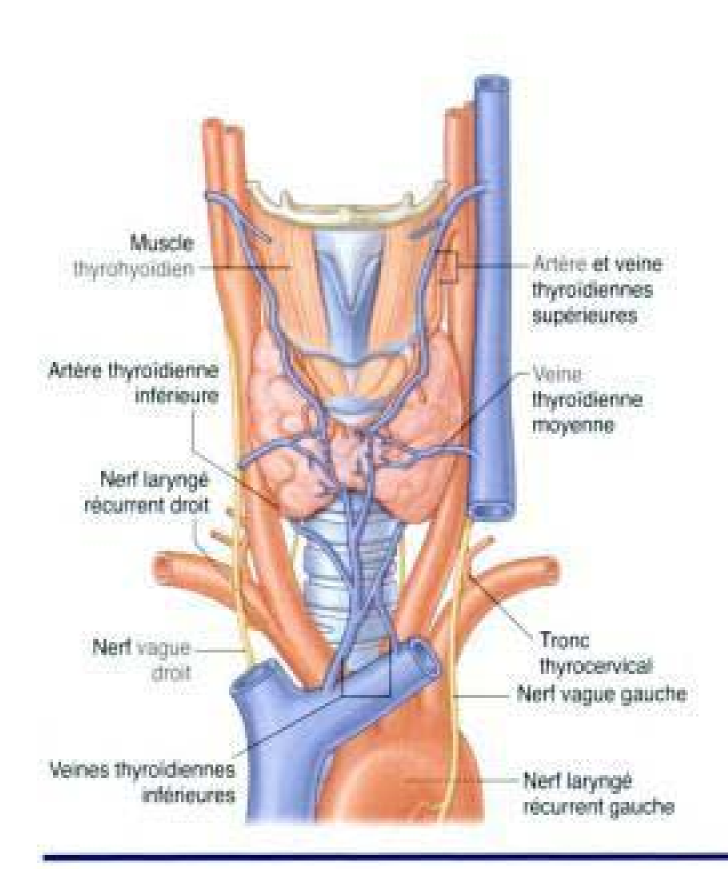


Fig. 16.5.
Vascularisation de la glande thyroïde. Vue antérieure.

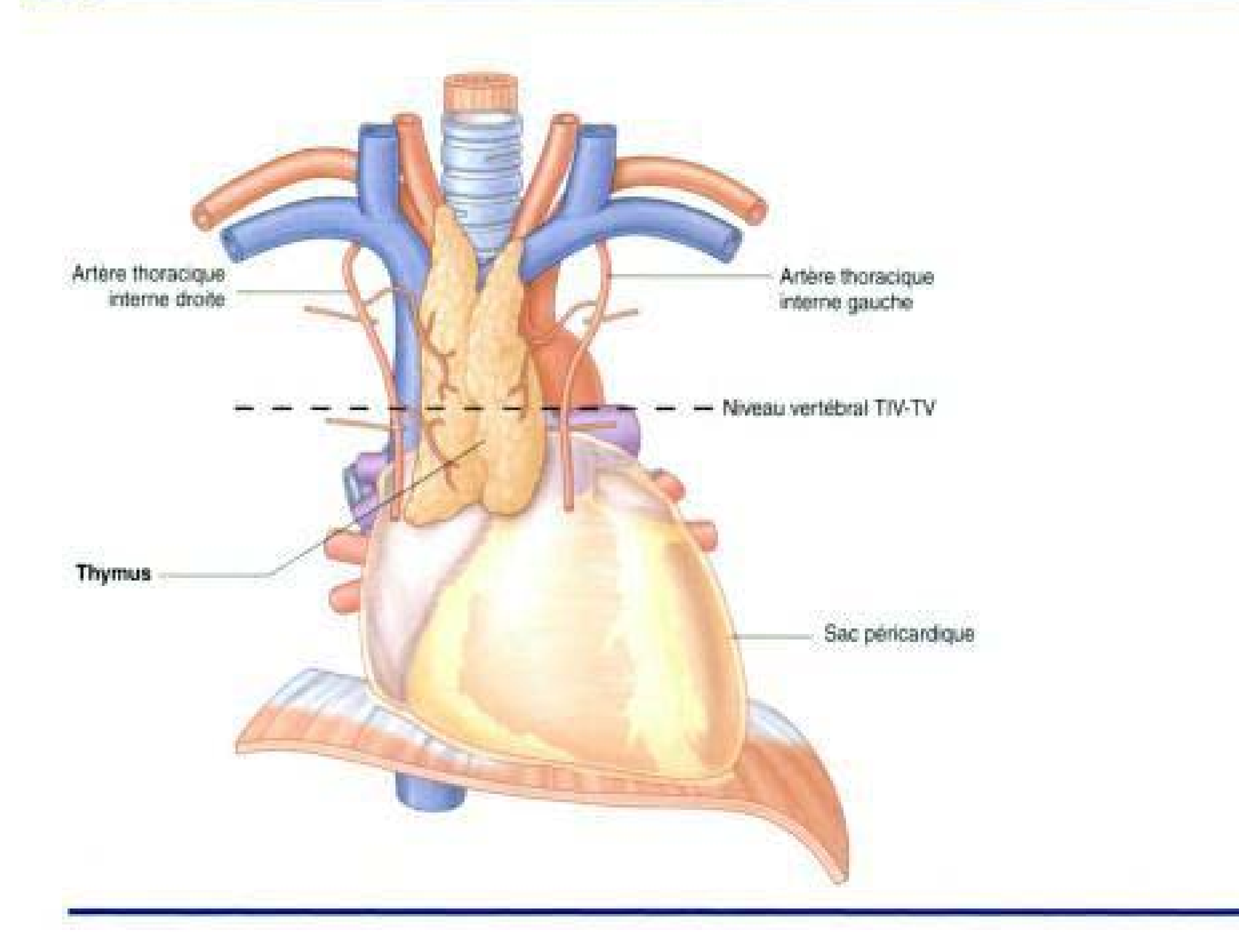


Fig. 16.7.
Thymus.

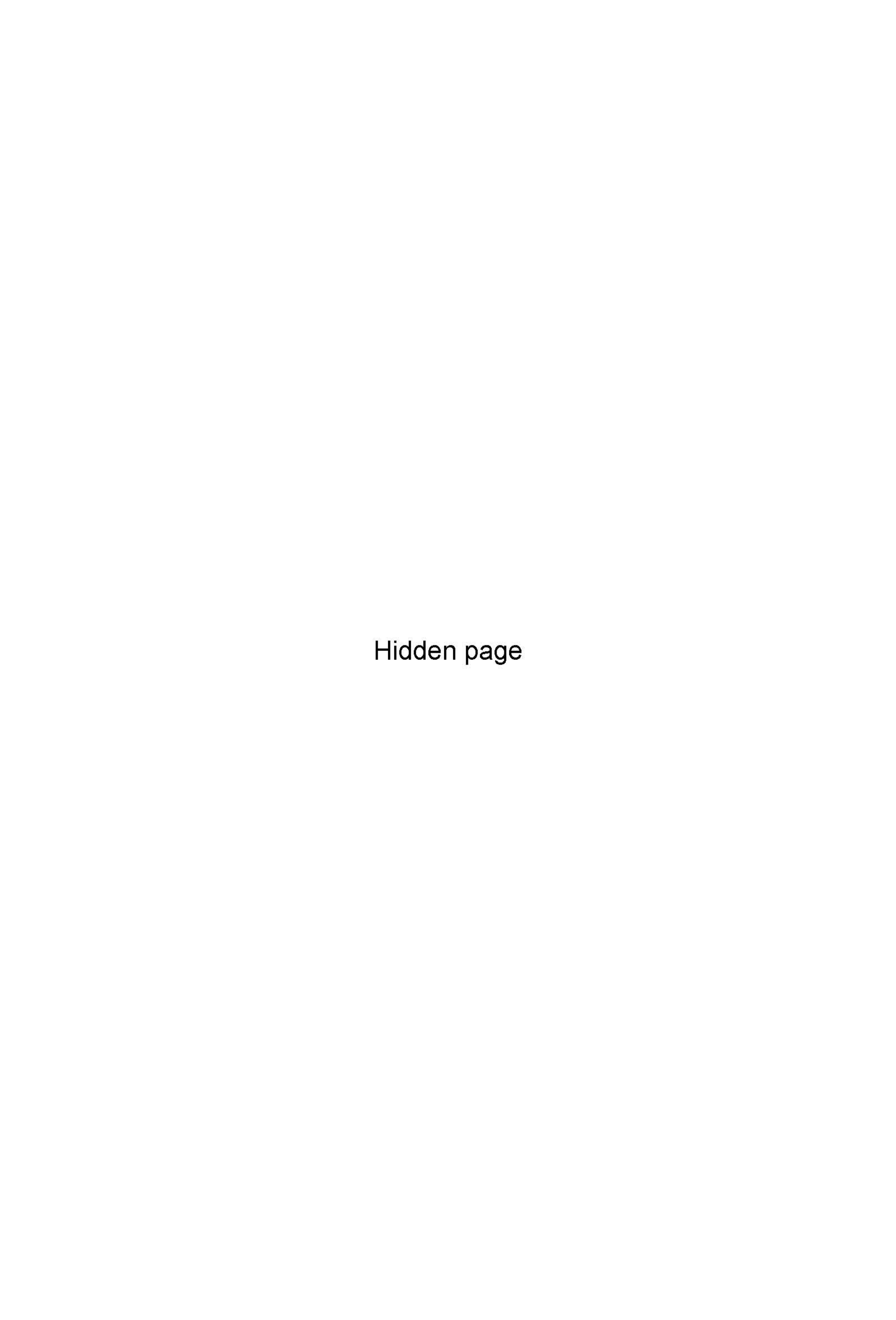
lymphoïde. Son extrémité supérieure peut atteindre la glande thyroïde et son extrémité inférieure le sac péricardique (fig. 16.7). Son développement est maximal au moment de la puberté, avant d'*involuer* à l'âge adulte. Le thymus joue un rôle très important dans la mise en place du système immunitaire chez l'enfant en assurant la maturation des lymphocytes T dénommés thymocytes.

VI. Glandes surrénales

Les glandes surrénales, ou *suprarénales*, sont paires et situées dans l'abdomen en arrière de la cavité péritonéale (position rétropéritonéale). Elles comportent deux organes endocrines : la corticosurrénale et la médullosurrénale, d'origines embryologiques différentes, qui fonctionnement indépendamment. Ces deux organes sont réunis en une glande compacte et entourée d'une capsule conjonctive.

- la *corticosurrénale*, périphérique, assure la production de corticostéroïdes en connexion avec l'axe hypothalamohypophysaire. Elle est constituée de trois couches dont les sécrétions hormonales sont différentes : glomérulaire (minéralocorticoïdes : aldostérone…), fasciculaire (glucocorticoïdes : cortisol…), et réticulaire (stéroïdes sexuels : DHEA…) ;
- la *médullosurrénale*, centrale, est assimilée à un paraganglion sympathique. Ses cellules chromaffines produisent des catécholamines (adrénaline, noradrénaline…).

Les glandes surrénales recouvrent le bord médial des pôles supérieurs des reins et affleurent le pédicule rénal. Elles sont contenues à l'intérieur de l'espace périrénal délimité par le fascia rénal (*cf.* fig. 14.5 au chapitre 14) mais sont séparées des reins par un septum qui cloisonne cet espace en une *loge rénale* et une *loge surrénale*.


Hidden page

1,5 million d'îlots pancréatiques apparaissent au milieu du parenchyme glandulaire exocrine qui est coloré intensément, comme des zones pâles de forme ronde ou ovoïde. Ils ont pour rôle la sécrétion du glucagon (*cellules* α), de l'insuline (*cellules* β) et de la somatostatine (*cellules* δ).

VIII. Cellules interstitielles des testicules et des ovaires

Les gonades ont un rôle de production de spermatozoïdes ou d'ovules, qui est l'équivalent d'une fonction exocrine (*cf.* chapitre 14 – Appareil urogénital). Elles ont également une fonction endocrine en produisant des hormones stéroïdes sexuelles, qui jouent un rôle capital de régulation de la fonction sexuelle et de maturation des caractères sexuels secondaires.

Ainsi, les *testicules* contiennent des *cellules interstitielles* (ou cellules de Leydig), situées entre les tubes séminifères, au contact des capillaires. Elles y déversent différentes hormones sexuelles mâles dénommées androgènes. La principale hormone androgène est la testostérone, qui est régulée par la sécrétion des hormones gonadotropes hypophysaires.

Les *ovaires* ont une régulation hormonale complexe, qui évolue par cycles menstruels, chez la femme en âge de procréer. Au cours de la première phase du cycle menstruel, il existe une maturation du follicule ovarien sous l'effet stimulant des hormones gonadotropes hypophysaires (FSH et LH). Le follicule ovarien est un ensemble de cellules entourant l'ovocyte, futur ovule, situé dans l'ovaire et qui sécrètent des hormones sexuelles féminines dénommées œstrogènes. En l'absence de fécondation, la deuxième phase du cycle menstruel est marquée par une sécrétion de progestérone (sous contrôle hypophysaire) par le *corps jaune*, qui est la partie restante du follicule après l'ovulation.

POINTS CLÉS

- L'axe hypothalamohypophysaire est le centre de régulation de l'appareil endocrinien.
- La glande thyroïde a un rapport étroit avec les quatre glandes parathyroïdes et les deux nerfs laryngés inférieurs (ou récurrents).
- Les glandes parathyroïdes régulent le métabolisme du calcium.
- L'hypophyse et les glandes surrénales contiennent chacune deux entités endocrines dont l'origine et la physiologie sont différentes.
- Les glandes surrénales sont paires et rétropéritonéales.

Croissance et sénescence 17

I. **Croissance**
II. **Maturité**
III. **Sénescence**

L'anatomie est variable au cours de la vie. L'anatomie que nous apprenons dans les livres correspond à l'anatomie de la maturité, période pendant laquelle les modifications sont peu importantes (entre vingt et cinquante ans). La croissance qui précède cette période et la sénescence qui la suit vont entraîner des modifications anatomiques qu'il faut considérer.

I. Croissance

Les différents types de croissance tissulaire sont exposés en fonction du tissu concerné et du temps.

A. Modes de croissance cellulaire

La croissance cellulaire est de deux types.

1. Hyperplasie cellulaire

L'hyperplasie cellulaire (croissance multiplicative) est la *multiplication des cellules*. Ce phénomène est surtout présent au cours du développement prénatal et postnatal jusqu'à l'âge adulte. Par exemple, c'est l'augmentation du nombre des cellules osseuses qui permet la croissance du squelette.

2. Hypertrophie cellulaire

L'hypertrophie cellulaire (croissance auxétique) est l'*augmentation de volume d'une cellule*. Ce phénomène est surtout présent chez l'adulte. Par exemple, le nombre des adipocytes (cellules constituant la graisse) est stable à l'âge adulte et c'est leur hypertrophie qui serait responsable de l'augmentation de la masse grasse. L'augmentation de volume du rein restant après une néphrectomie unilatérale est liée à un phénomène d'hypertrophie cellulaire.

B. Étapes de la croissance

1. Croissance prénatale

Au cours des *deux premières semaines* après la fécondation, se situe une phase de division cellulaire pour l'œuf (ou blastocyste).

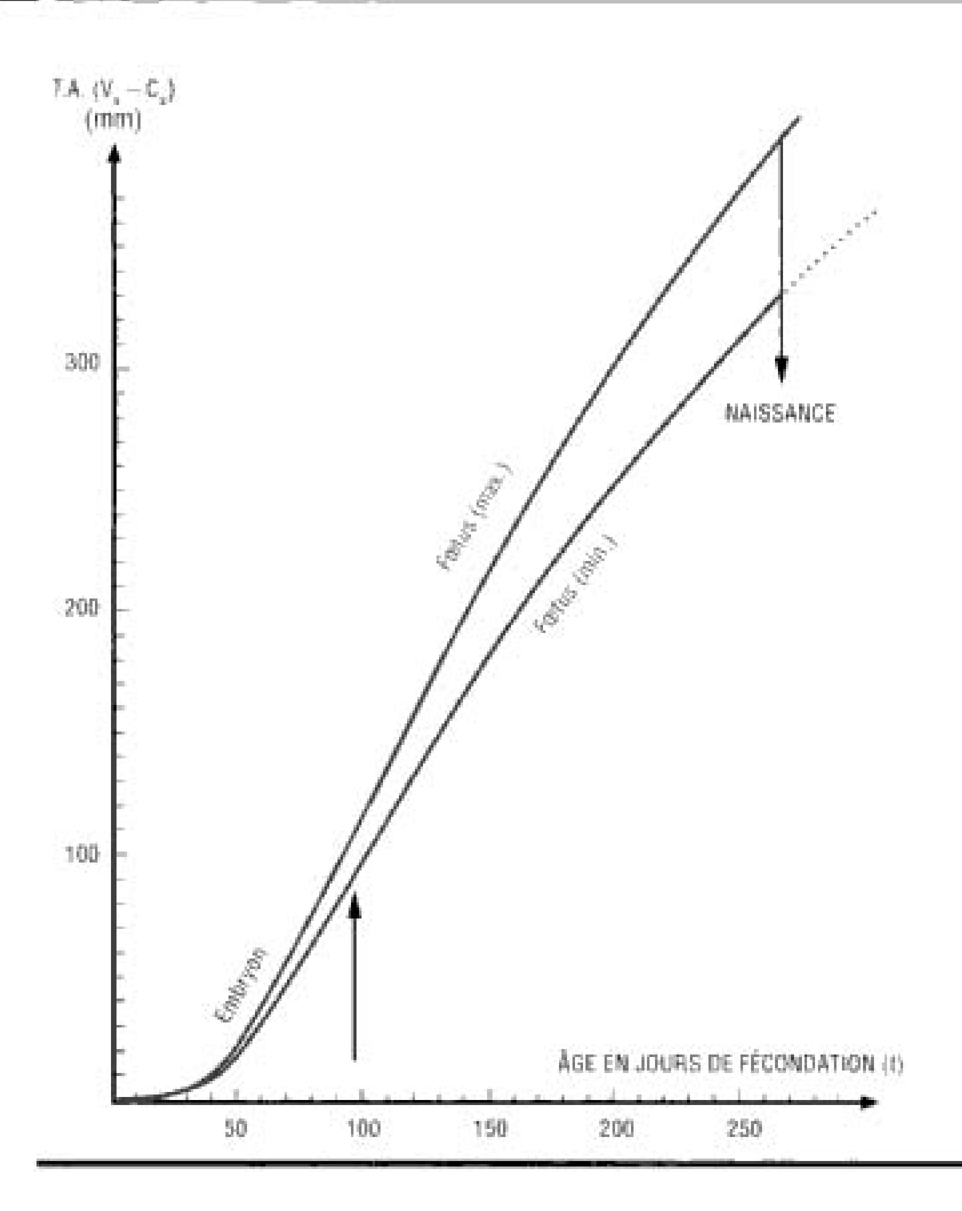


Fig. 17.1.
Croissance prénatale évaluée sur la taille vertex-coccyx ($V_x - C_x$).

On distingue ensuite la période embryonnaire (de la troisième à la huitième semaine de développement) pendant laquelle se déroulent successivement l'embryogenèse puis l'organogenèse, et la période de croissance fœtale (du troisième au neuvième mois). Compte tenu de la position de l'embryon et du fœtus, la mesure la plus utilisée de la croissance prénatale est la mesure de la distance entre le sommet du crâne (vertex) et l'extrémité inférieure de la colonne vertébrale, dénommée *mesure vertex-coccyx* (fig. 17.1).

a. *Embryogenèse*

C'est une période de croissance cellulaire sans organisation définitive. Elle dure de la troisième à la cinquième semaine de développement.

b. *Organogenèse*

C'est une période de différenciation et de mise en place des organes définitifs. Elle se déroule pendant le deuxième mois de la vie intra-utérine. Certains organes vont se constituer en systèmes cohérents permettant la constitution d'appareils fonctionnels (appareil respiratoire, appareil cardiovasculaire, appareil urinaire…). C'est une période de *croissance allométrique* pendant laquelle chaque organe a sa propre vitesse de croissance (croissance différentielle).

c. *Croissance fœtale*

C'est le début de la croissance proprement dite. Elle s'étend de la fin du deuxième mois jusqu'à la naissance. Les organes sont constitués. Ils vont grandir selon une *croissance isométrique*, c'est-à-dire une croissance proportionnelle et progressive de tous les organes et tous les systèmes en même temps.

2. Croissance postnatale

C'est la croissance depuis la naissance jusqu'à l'âge adulte. On peut l'étudier de manière globale, sur des courbes de taille et de poids, ou appareil par appareil.

a. *Croissance globale*

La croissance subit une stagnation entre quatre et douze ans et une accélération au cours de la puberté (fig. 17.2). Après la puberté, la croissance ralentit à nouveau. La survenue d'un décalage de la courbe de croissance par rapport à la courbe normale peut traduire une maladie de l'enfant.

b. *Croissance osseuse*

Les *points d'ossification primaires* des os longs des membres sont apparus au cours de la période fœtale ; d'autres points d'ossification de ces os, dénommés *points d'ossification secondaire*, apparaissent au cours de la période postnatale. Leur date d'apparition permet de déterminer l'âge osseux d'un enfant. L'apparition d'un *os sésamoïde* au niveau de l'articulation métacarpophalangienne du pouce, la *calcification complète de la crête iliaque* sont un reflet de la fin de la croissance.

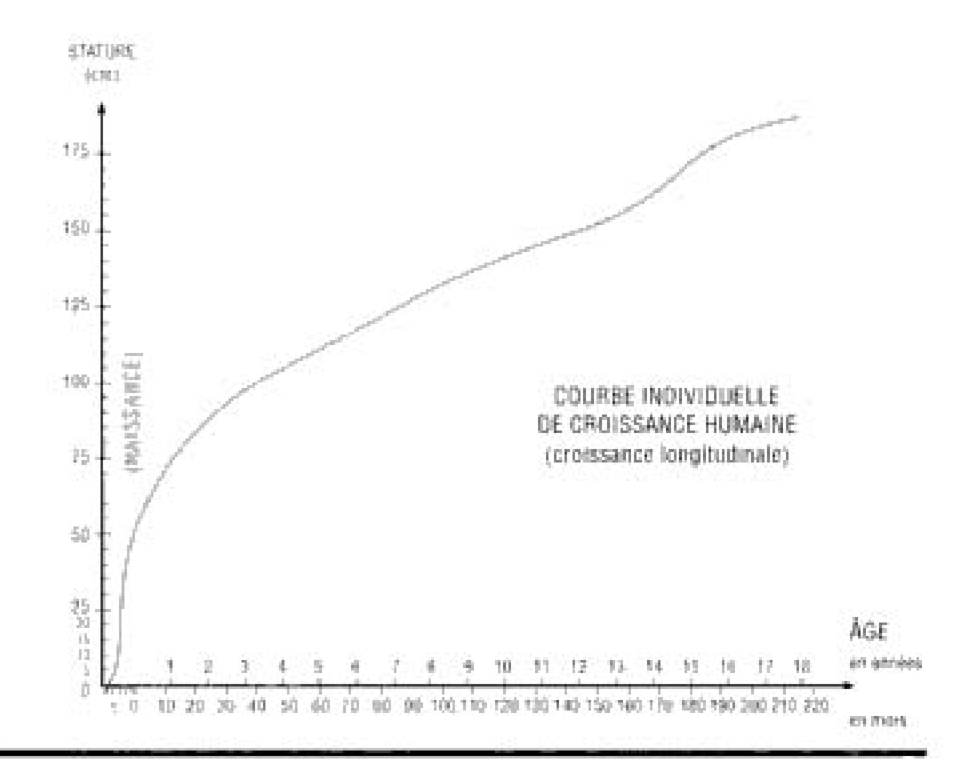


Fig. 17.2.
Courbe de croissance des carnets de santé.

La station érigée, acquise progressivement au cours de la première année de la vie, crée plusieurs *courbures* au niveau de la colonne vertébrale alors qu'il ne semble en exister qu'une, convexe en arrière (cyphose), chez l'embryon (fig. 17.3).

Au niveau des os du crâne, à la naissance les os de la calvaria (voûte du crâne) sont séparés les uns des autres par du tissu fibreux (sutures crâniennes) qui forme les *fontanelles* antérieure et postérieure. Cette particularité facilite l'expansion de l'encéphale pendant les deux premières années de la vie. Puis les os se rejoignent et forment des *articulations fibreuses* puis finissent par s'ossifier à l'âge adulte (fig. 17.4).

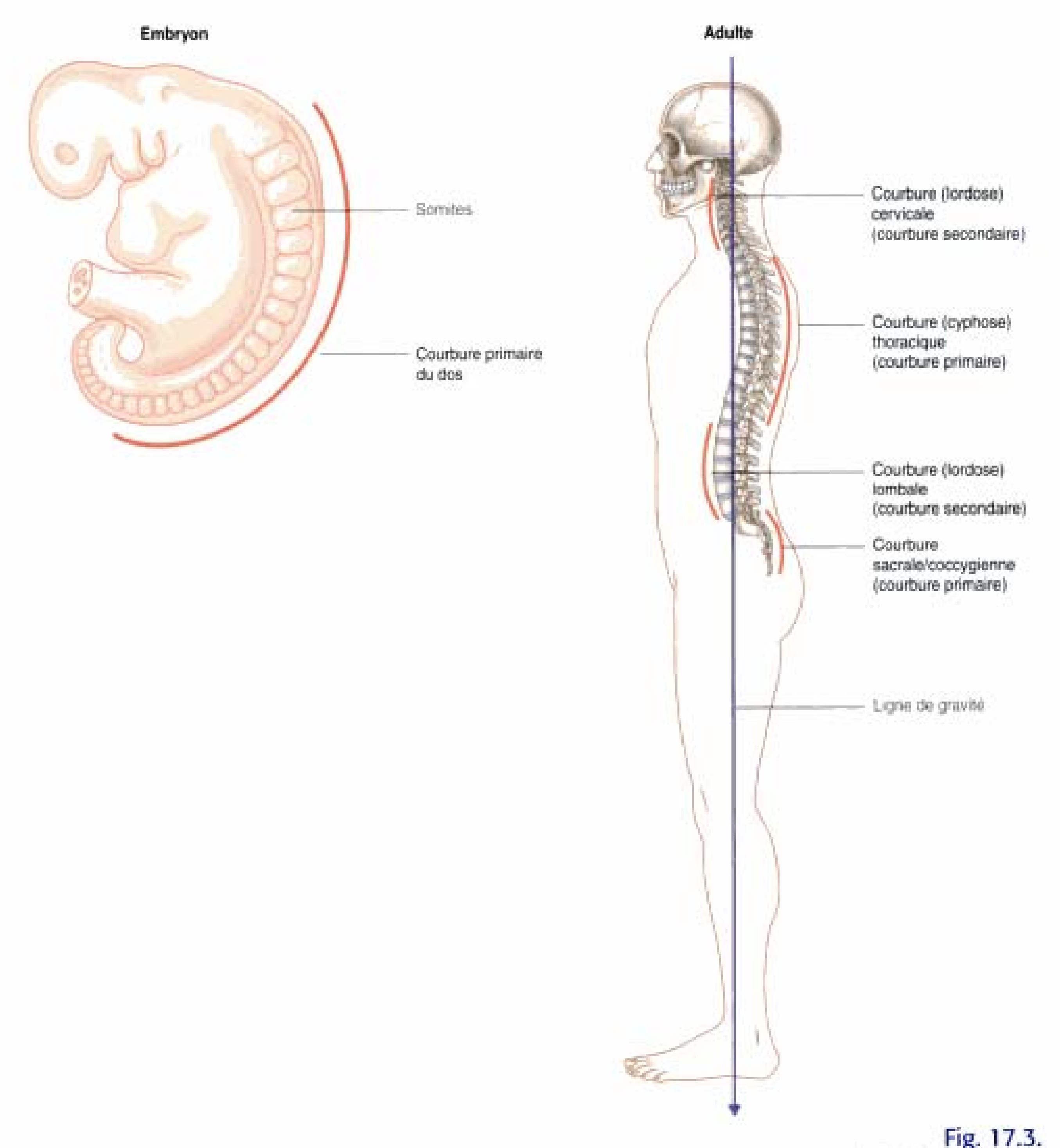


Fig. 17.3.
Courbures de la colonne vertébrale chez l'embryon et après acquisition de la station érigée.

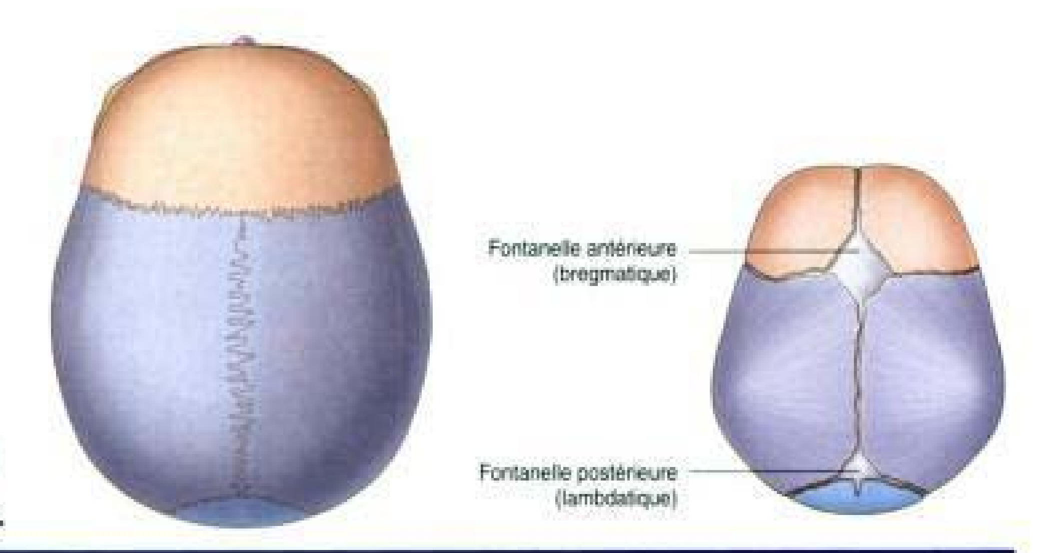


Fig. 17.4.
Crâne d'un nouveau-né en vue supérieure (à droite) et crâne d'un adulte en vue supérieure (à gauche).

c. *Croissance de l'appareil cardiorespiratoire*

À la naissance le *cœur* du nouveau-né représente 0,75 % du poids du corps et, malgré son augmentation de taille au cours de l'enfance, chez l'adulte jeune il représente seulement 0,33 % du poids du corps. Cet aspect est visible sur les radiographies de face du thorax : chez l'enfant le cœur occupe 40 % de la largeur du thorax et seulement 30 % chez l'adulte.
Les artères et les veines grandissent parallèlement à la taille et au poids du corps.
L'*appareil respiratoire* s'expand de manière brutale à la naissance lors des premiers mouvements respiratoires. Après les premières semaines, l'appareil respiratoire suit la courbe de croissance générale. Le nombre des alvéoles pulmonaires est fixé à partir de l'âge de neuf ans.

d. *Croissance de l'appareil digestif*

L'éruption et le développement des *dents lactéales* puis définitives sont de bons marqueurs de la maturité de l'enfant (*cf.* chapitre 4 – Dents).
Les *glandes salivaires* triplent leur taille pendant les six premiers mois et multiplient par cinq leur taille dans les deux premières années.
L'*estomac* du nouveau-né est de très petite taille, d'une capacité de seulement 30 mL et est horizontal. À la fin de la première année, il a une contenance de 500 mL environ ; chez l'adulte, elle est de 1 500 mL. L'axe de l'estomac devient plus oblique avec la croissance.
Le nombre des *villosités intestinales* est fixé à partir de l'âge de dix ans.
Le *foie*, organe digestif le plus lourd, représente 5 % du poids du corps chez le nouveau-né, descend sous le bord inférieur des côtes ; puis sa taille devient relativement moins importante jusqu'à atteindre 2,5 % du poids du corps chez l'adulte.

e. *Croissance du système nerveux central*

Le nombre des *neurones* est établi à partir du troisième mois après la conception. La croissance du système nerveux continue après cette date grâce à une augmentation de taille des cellules nerveuses, un développement très important de l'*arborisation dendritique* et une *myélinisation* qui commence au cours de la vie fœtale et se poursuit au cours de la première année de la vie.

Une fois formée, une cellule nerveuse peut augmenter sa masse 200 000 fois.

f. *Croissance de l'appareil génito-urinaire*

La croissance postnatale des *reins* est parallèle à la croissance de l'ensemble du corps. Le nombre des néphrons est fixé au huitième mois de développement avant la naissance. À la naissance, les deux reins pèsent environ 23 g, leur poids double dans les six premiers mois et triple à la fin de la première année. Comme le cerveau, les reins ne sont pas totalement fonctionnels à la naissance et les tubules ne sont pas tous formés ; les glomérules grandissent considérablement après la naissance.
La *vessie* est un organe abdominal dans l'enfance et descend dans le pelvis lorsque sa capacité augmente et avec la station érigée.
Les *gonades* et les *organes génitaux externes* ont une évolution très lente avant la puberté. Chez le garçon, le testicule en se développant va descendre dans le scrotum en passant dans le canal inguinal. Il arrive à destination à la naissance. La prostate augmente brutalement de volume à la puberté et subit ensuite une augmentation de taille lente et progressive. Chez la fille, les ovaires sont de petite taille à la naissance, ils augmentent brutalement de volume à la puberté. L'utérus est relativement grand à la naissance, à cause des hormones de la mère qui passent par le placenta ; il diminue de taille ensuite et augmente à nouveau considérablement lors de la puberté. Dans les deux sexes, les glandes mammaires peuvent sembler anormalement importantes à la naissance en raison des hormones maternelles. Leur taille va diminuer après la naissance puis augmenter de nouveau chez la fille lors de la puberté.

3. Indices de maturité

Les indices de maturité permettent de réaliser une chronologie du développement du corps. Ils ont une grande importance en médecine légale pour l'identification des corps.

a. *Âge osseux*

L'âge osseux peut être établi à partir de *radiographies de la main et du poignet* ou de *radiographies du bassin de face* (indice de Risser qui est établi à partir de l'ossification de la crête iliaque). Au niveau du carpe (fig. 17.5), la chronologie d'apparition des points d'ossification se fait dans le sens contraire des aiguilles d'une montre : capitatum, troisième mois ; hamatum, cinquième mois ; triquetrum, trentième mois ; lunatum quatre ans et demi ; scaphoïde, sixième année ; trapèze et trapézoïde, septième année ; pisiforme vers dix ans. Les épiphyses des métacarpiens commencent à fusionner durant la treizième année. Entre la seizième et la dix-huitième année, les cartilages de conjugaison de la main disparaissent.

b. *Âge dentaire*

En fonction de l'éruption des dents et de leur développement (*cf.* chapitre 4).

c. *Maturation sexuelle*

La présence des caractères sexuels qui apparaissent à la puberté permet d'avoir une idée de l'âge des enfants même si les variations individuelles sont très importantes.

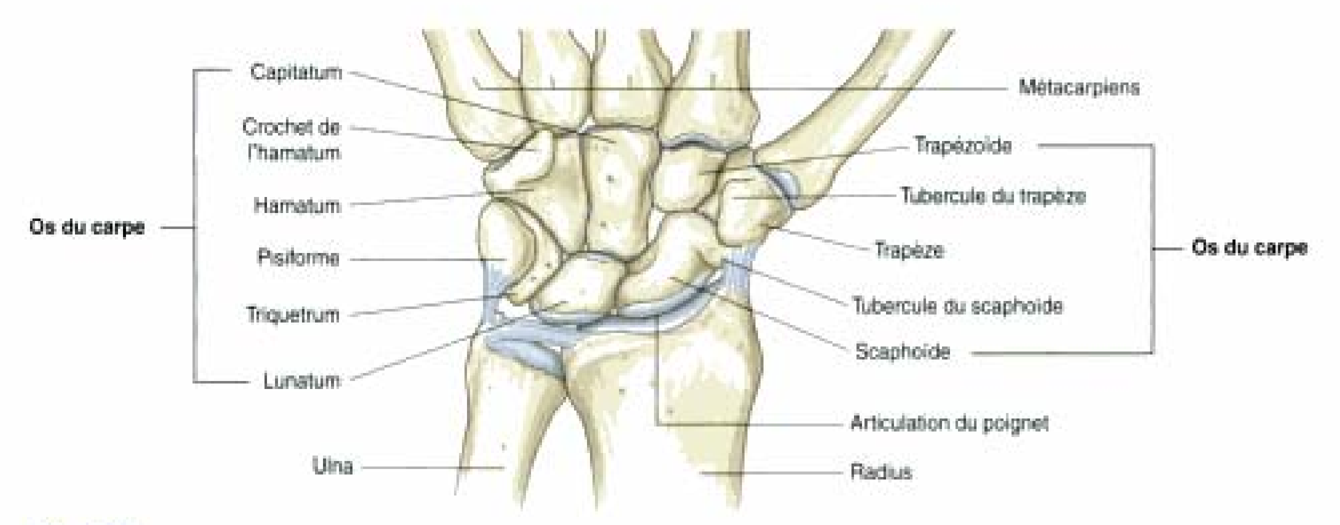


Fig. 17.5.
Le carpe. Vue antérieure (palmaire).

d. *Âge neurologique*

L'enfant se développe en acquérant des compétences nouvelles qui permettent d'évaluer son degré de maturation psychomotrice (position assise, acquisition de la station debout…). En pédiatrie, on distingue les nouveau-nés (moins de huit jours de vie), les nourrissons (moins de dix-huit mois), la première enfance jusqu'à sept ans et la deuxième enfance jusqu'à la puberté, puis l'adolescence.

e. *Âge mental*

Ce n'est pas un très bon marqueur car les critères qui permettent de le mesurer dépendent considérablement de facteurs socioculturels.

II. Maturité

A. Définition

La période de maturité est une phase de maintien global des fonctions. Même si le processus de sénescence commence au cours de cette phase pour de nombreux organes ou tissus, il existe une diminution de faible intensité des fonctions organiques, peu perceptible cliniquement. Cette phase se situe généralement entre vingt et cinquante ans.

B. Au plan anatomique

Cette période correspond à l'anatomie modale décrite dans les livres d'anatomie.

III. Sénescence

A. Définition

La sénescence est l'ensemble des modifications liées à l'âge survenant après la fin de la maturité. Lors de la sénescence, le rapport entre formation et destruction cellulaire varie, mais cette variation est continue, ce qui

explique qu'il n'est pas possible de situer un début incontestable à la sénescence.

B. Étapes de la sénescence

La sénescence est marquée par deux phases distinctes.

1. Première phase : chute de la sécrétion des hormones sexuelles

Elle est surtout importante chez la femme (ménopause).

a. *Chez la femme*

La *ménopause* se traduit par une diminution brutale des sécrétions d'œstrogène et de progestérone par l'ovaire autour de cinquante-cinq ans. Cette modification hormonale va se traduire par une diminution de la teneur en calcium des os, dénommée *ostéoporose*, une augmentation de la masse graisseuse, une atrophie cutanéomuqueuse et une asthénie physique et psychique.

b. *Chez l'homme*

Il n'y a pas de diminution brutale des sécrétions hormonales. Le processus de sénescence est donc plus progressif, à partir de quarante-cinq à cinquante ans, dépendant à la fois de facteurs génétiques et environnementaux.

2. Seconde phase : sénescence proprement dite

Elle se termine à la fin de la vie.

a. *Sénescence globale*

Au cours de cette phase, les divisions cellulaires ne parviennent plus à remplacer les cellules anormales, ce qui entraîne une diminution globale du nombre des cellules. La masse active de l'organisme diminue (diminution des muscles, des organes) alors que la masse inerte du corps augmente ce qui se traduit par une augmentation de la graisse qui représente 22,6 % du poids du corps de quarante-huit à soixante-sept ans (contre 16,5 % du poids du corps entre vingt-deux et vingt-neuf ans).

b. *Vieillissement cutané et des phanères*

C'est le marqueur le plus visible du vieillissement. Ainsi, l'apparition des cheveux blancs (même si elle est soumise à une grande variabilité individuelle) et la diminution de l'élasticité de la peau sont les éléments physiques les plus corrélés à l'âge.
Le vieillissement cutané se traduit par une diminution de l'épaisseur de l'épiderme, une atrophie du derme avec une diminution du nombre des fibres d'élastine et une atrophie de l'hypoderme. Cliniquement, ces altérations histologiques se traduisent par une atrophie et une fragilité de la peau, une perte d'élasticité cutanée, un retard à la cicatrisation et une diminution des capacités de thermorégulation.
Le vieillissement cutané est également étroitement corrélé à l'exposition solaire et, dans une moindre mesure, à la consommation de tabac et, chez la femme, aux modifications hormonales de la ménopause.

c. *Sénescence de l'appareil locomoteur*

Elle se traduit par une diminution de production de nouvelle substance osseuse. La résorption osseuse diminue également mais de manière moins importante. La résultante de ces deux éléments se traduit par une raréfaction osseuse (fig. 17.6), particulièrement marquée chez la femme. Il se produit une augmentation du diamètre osseux par apposition périostée, alors que, par ailleurs, l'épaisseur de la corticale diminue.

La taille corporelle diminue par tassements des corps vertébraux (ostéoporose), aplatissement des disques intervertébraux, augmentation des courbures de la colonne vertébrale.

Au niveau de la face, il se produit une apposition osseuse crânienne externe et une résorption endocrânienne. Cependant, il est très difficile de distinguer le vieillissement normal de la face de celui qui est lié à la perte des dents. L'édentement se caractérise notamment par une diminution de l'étage inférieur de la face (fig. 17.7).

La masse musculaire diminue progressivement, ce qui traduit, après une diminution de la largeur des muscles, une diminution du nombre total des fibres musculaires et une augmentation du tissu graisseux.

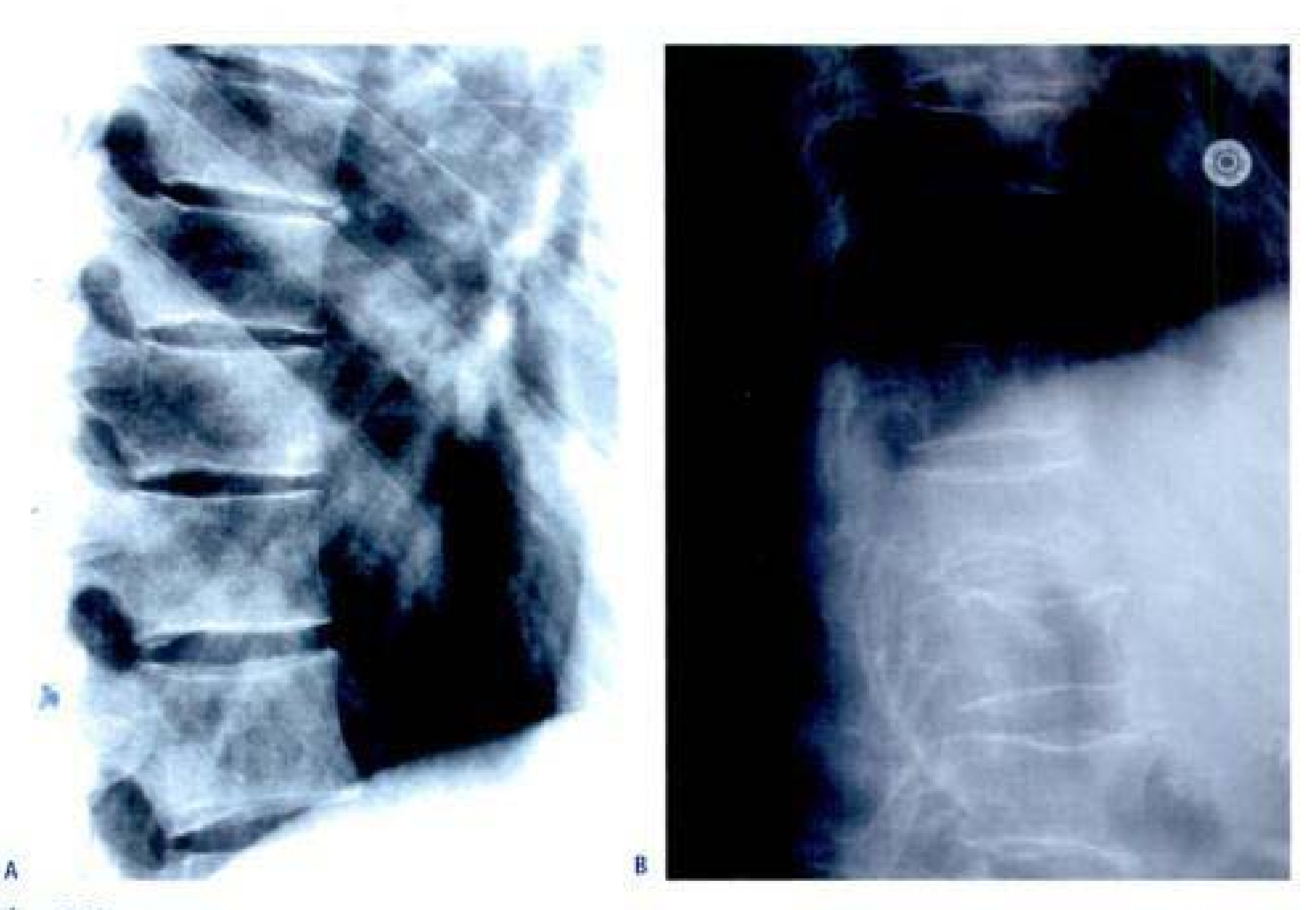
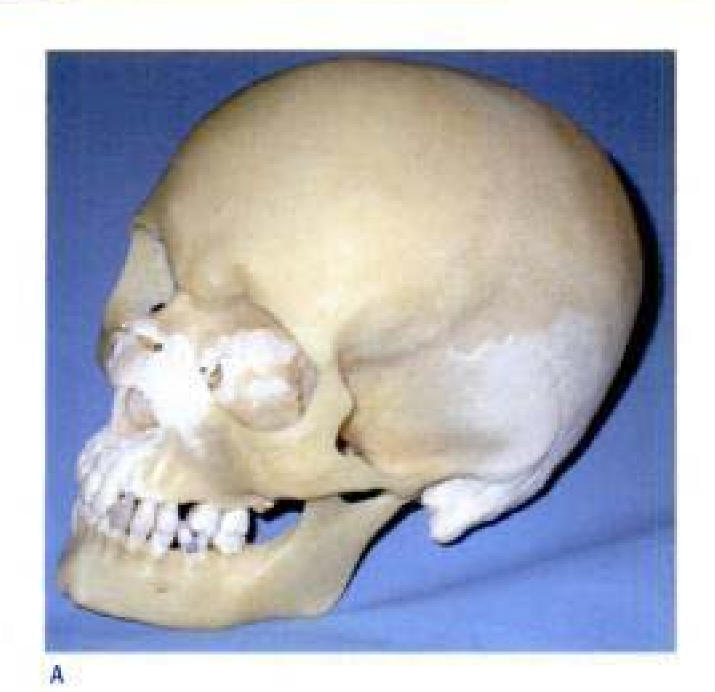


Fig. 17.6.

Raréfaction osseuse. Radiographies de profil de la colonne vertébrale.

A. Sujet jeune. Les os apparaissent opaques aux rayons X, bien calcifiés. B. Sujet âgé atteint par l'ostéoporose. La transparence des os aux rayons X est augmentée ce qui traduit une décalcification.


A


B

Fig. 17.7.
Édentement.
A. Crâne d'un adulte âgé denté. B. Crâne d'un adulte âgé édenté.

d. *Sénescence de l'appareil cardiorespiratoire*

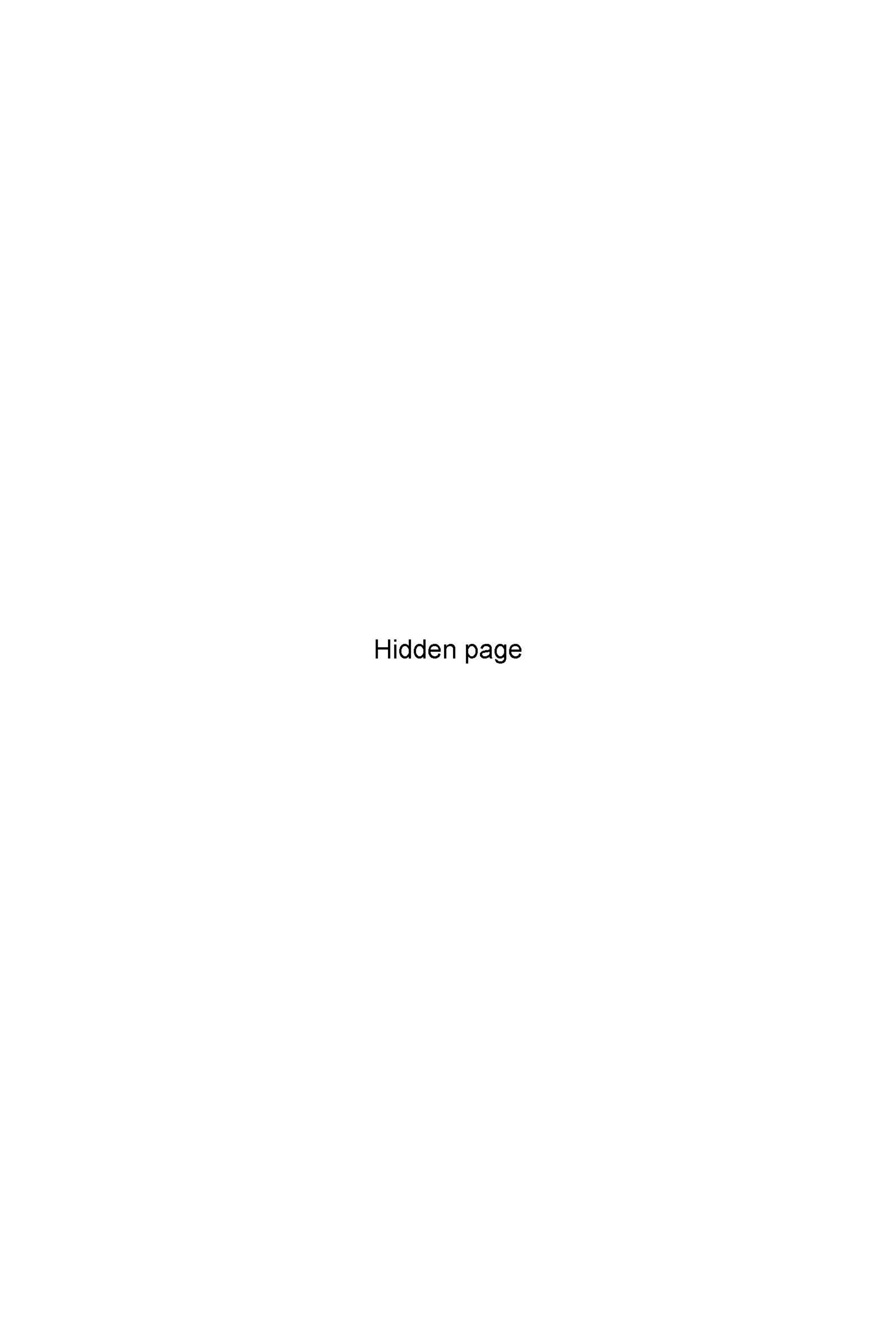
La capacité ventilatoire des poumons atteint une valeur maximale vers vingt ans et diminue ensuite tout au long de la vie. Cette diminution serait due à la calcification progressive des cartilages costaux.
La pression artérielle, notamment systolique, augmente de manière constante tout au long de la vie, traduisant une perte de souplesse des parois artérielles.

e. *Sénescence de l'appareil digestif*

Les cellules intestinales continuent à se développer, mais à un rythme moins élevé. Ceci se traduit par une atrophie de la muqueuse gastrique. La sécrétion acide de l'estomac est diminuée.
Les organes diminuent de taille, notamment le foie.

f. *Sénescence du système nerveux central et sensoriel*

Dans le système nerveux, on observe une certaine diminution du nombre des neurones dès après la puberté. Le poids du cerveau diminue avec l'âge. Au cours du vieillissement, cette diminution du nombre des cellules du système nerveux se traduit par des performances diminuées. Chez le sujet âgé, la transmission synaptique est ralentie, le temps de conduction nerveuse des nerfs périphériques est allongé, la mémoire immédiate et les capacités d'attention sont diminuées, la durée de sommeil est également réduite.
L'audition est altérée avec le vieillissement, car les cellules sensorielles de la cochlée sont moins performantes et moins nombreuses. Le système vestibulaire de l'oreille interne est altéré chez les personnes âgées, ce qui entraîne des troubles de l'équilibre.


Hidden page

ENTRAÎNEMENT

QCM

1. Parmi les propositions suivantes, laquelle caractérise l'hyperplasie cellulaire ?

- ❑ **A.** Augmentation de la taille des cellules.
- ❑ **B.** Augmentation de la matrice extracellulaire.
- ❑ **C.** Augmentation du nombre des cellules.
- ❑ **D.** Augmentation de la taille du noyau.
- ❑ **E.** Variations de la forme des cellules.

2. Parmi les propositions suivantes, laquelle caractérise l'hypertrophie cellulaire ?

- ❑ **A.** Augmentation de la taille des cellules.
- ❑ **B.** Augmentation de la matrice extracellulaire.
- ❑ **C.** Augmentation du nombre des cellules.
- ❑ **D.** Augmentation de la taille du noyau.
- ❑ **E.** Variations de la forme des cellules.

3. Parmi les techniques de mesure suivantes, laquelle est la plus utilisée pour la mesure de la croissance anténatale ?

- ❑ **A.** Mesure de la taille entre le sommet du crâne et le talon.
- ❑ **B.** Mesure de la taille entre le sommet du crâne et le coccyx.
- ❑ **C.** Mesure de la taille entre la première vertèbre cervicale et le coccyx.
- ❑ **D.** Mesure de la longueur du pied.
- ❑ **E.** Mesure de la taille de l'utérus.

4. Au cours de quel mois de la vie intra-utérine se déroule l'organogenèse ?

- ❑ **A.** Premier mois.
- ❑ **B.** Deuxième mois.
- ❑ **C.** Troisième mois.
- ❑ **D.** Quatrième mois.
- ❑ **E.** Cinquième mois.

5. Parmi les propositions suivantes concernant le développement du système cardiorespiratoire, laquelle ou lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** La taille relative du cœur diminue au cours de la croissance postnatale.
- ❑ **B.** La taille relative du cœur augmente pendant la période postnatale.
- ❑ **C.** Le nombre des alvéoles pulmonaires est fixé à la naissance.
- ❑ **D.** Le nombre des alvéoles pulmonaires est fixé à partir de neuf ans.
- ❑ **E.** Le nombre des alvéoles pulmonaires est fixé à partir de l'âge adulte.

6. Parmi les propositions suivantes concernant le développement du système génito-urinaire, laquelle ou lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** Les reins sont totalement fonctionnels à la naissance.
- ❑ **B.** Chez le nouveau-né la vessie est située dans le pelvis.
- ❑ **C.** Le testicule est le plus souvent situé dans le scrotum à la naissance.
- ❑ **D.** Les glandes mammaires peuvent augmenter de taille pendant la période néonatale pour diminuer ensuite.
- ❑ **E.** La prostate n'apparaît chez le garçon qu'après la puberté.

7. Parmi les éléments suivants, lequel ou lesquels peuvent être considérés comme de bons marqueurs de la maturité d'un enfant ?

- ❑ **A.** L'âge osseux.
- ❑ **B.** L'épaisseur de la peau.
- ❑ **C.** L'éruption des dents.
- ❑ **D.** L'examen neurologique.
- ❑ **E.** La taille des globes oculaires.

8. Parmi les éléments suivants, lequel ou lesquels sont liés à la ménopause ?

- ❑ **A.** Diminution de production d'œstrogènes.
- ❑ **B.** Diminution de la graisse.
- ❑ **C.** Diminution de la teneur en calcium des os.
- ❑ **D.** Atrophie cutanée.
- ❑ **E.** Atrophie muqueuse.

9. Parmi les éléments suivants, lequel ou lesquels sont liés au vieillissement ?

- ❑ **A.** Augmentation de la masse graisseuse.
- ❑ **B.** Diminution de la masse musculaire.
- ❑ **C.** Diminution du volume cardiaque.
- ❑ **D.** Diminution du volume des reins.
- ❑ **E.** Augmentation de la durée du sommeil.

10. Parmi les éléments suivants, lequel ou lesquels sont liés au vieillissement des organes sensoriels ?

- ❑ **A.** Myopie.
- ❑ **B.** Diminution des capacités d'accommodation.
- ❑ **C.** Dégénérescence des cellules de la rétine.
- ❑ **D.** Diminution de l'audition.
- ❑ **E.** Diminution de l'équilibre.

QROC

1. Qu'est-ce que l'hyperplasie cellulaire ?
2. Quelles sont les différentes phases de la croissance prénatale ?
3. Sur une courbe de croissance d'un enfant quelles sont les différentes phases que l'on peut observer ?
4. Quels éléments anatomiques appartenant au squelette permettent la croissance de l'encéphale de l'enfant dans les deux premières années de la vie ?
5. Citer trois indices de maturité d'une enfant. Donner les grandes caractéristiques de chacun.
6. À quel âge apparaissent les premières dents définitives ? Quelles sont les premières dents définitives à apparaître ?
7. Décrire en quelques mots les grandes caractéristiques des deux étapes de la sénescence ?
8. Quelles sont les grandes caractéristiques du vieillissement cutané ?
9. Quelles sont les grandes caractéristiques de la sénescence de l'appareil locomoteur ?
10. Quelles sont les grandes caractéristiques du vieillissement de la vision ?

Pour les corrections, se reporter à la page 306.

18 Morphologie comparée et évolutive

I. Morphologie humaine, relations phylogénétiques entre espèces animales
II. Morphologie humaine, relations structure-fonction au cours de l'évolution

Deux approches méthodologiques complémentaires permettent de comprendre la signification biologique des structures anatomiques : l'étude de l'ontogenèse (développement de l'individu) et l'étude de la phylogenèse (développement et évolution des espèces). La phylogenèse elle-même peut être approchée par l'anatomie comparée (étude comparative des dispositions morphologiques chez les diverses espèces animales) et la paléontologie (étude des espèces fossiles). Ces approches appliquées à l'espèce humaine actuelle, *Homo sapiens*, relèvent d'une science dénommée anthropologie physique ou, pour les fossiles humains, paléoanthropologie.

L'ensemble des appareils et organes peuvent être étudiés de manière comparée et évolutive ; l'exemple du squelette est retenu ici car il trouve des applications directes en liaison avec l'anatomie fonctionnelle et la biomécanique ainsi que pour l'étude des fossiles.

I. Morphologie humaine, relations phylogénétiques entre espèces animales

A. Caractéristiques communes aux Vertébrés tétrapodes

Parmi les êtres vivants, l'espèce humaine appartient au règne animal, objet d'étude de la zoologie[1]. Au sein du règne animal, comprenant environ 1 500 000 espèces vivantes identifiées, l'espèce humaine appartient à l'embranchement des Vertébrés, comprenant environ 50 000 espèces identifiées.
Les Vertébrés, auxquels appartient l'espèce humaine, sont traditionnellement divisés en cinq classes : Poissons (25 000 espèces), Amphibiens

1. L'autre règne est le règne végétal, objet d'étude de la botanique. Les champignons constituent un troisième règne à part entière, le règne fongique.

(4 000 espèces), Reptiles (7 000 espèces), Oiseaux (9 500 espèces) et Mammifères (4 500 espèces).

Les Vertébrés se caractérisent par un squelette interne, en particulier par un squelette axial, ou colonne vertébrale, constitué par la succession de pièces osseuses élémentaires, les vertèbres (d'où le nom de cet embranchement).

Les Vertébrés *tétrapodes* (Amphibiens, Reptiles, Oiseaux, Mammifères) sont caractérisés par quatre membres (fig. 18.1) :

- membres antérieurs (ou supérieurs) droit et gauche ;
- membres postérieurs (ou inférieurs) droit et gauche.

Le plan de base des membres est identique pour tous avec, dans le sens proximo-distal :

- *ceinture* (scapulaire ou pelvienne) ;
- *stylopode*, constitué d'un seul os (humérus ou fémur) ;
- *zygopode*, constitué de deux os parallèles (radius + ulna ou tibia + fibula) ;
- *autopode* (main ou pied), avec cinq rayons digitaux (pentadactylie), constitué par :
  - *basipode* (carpe ou tarse),
  - *métapode* (os métacarpiens ou métatarsiens),
  - *acropode* (phalanges des doigts ou des orteils).

▪ La classe des Poissons s'est avérée hétérogène et n'a guère de valeur en termes phylogénétiques : on distingue actuellement la classe des Chondrichtyens (poissons cartilagineux) et la classe des Ostéichtyens (poissons osseux), toutes deux de valeur hiérarchique égale aux autres classes de l'embranchement des Vertébrés.

B. Caractéristiques communes aux Mammifères

L'espèce humaine appartient à la classe des Mammifères et présente inclusivement les caractéristiques communes à cette classe :

- vertébrés amniotes : développement embryonnaire intra-utérin dans une poche liquidienne, l'amnios (et non dans un œuf) ;
- corps couvert de poils, ou pilifère (et non écailles ou plumes...) ;
- homéothermie : régulation de la température corporelle (anciens « animaux à sang chaud ») ;
- glandes mammaires (mamelles) : sécrétant le lait pour le nouveau-né (d'où le nom de Mammifères) ;
- crâne de morphologie spécifique, en particulier une articulation temporomandibulaire caractéristique ;
- denture caractéristique constituée primitivement de quarante-quatre dents, réparties en : incisives, canines, prémolaires et molaires.

Il existe toutefois dans cette classe des adaptations très diverses, depuis certaines musaraignes (ordre des Insectivores) d'une longueur de 5 mm et d'un poids 2 g, jusqu'au rorqual bleu ou rorqual de Sibbald (ordre des Cétacés) d'une longueur de 30 m et un poids de 150 000 kg.

La classe des Mammifères est constituée de nombreux ordres, avec entre autres : Rongeurs (40 % des espèces de Mammifères), Chiroptères (chauves-souris) (25 % des espèces), Carnivores, Cétacés (mammifères marins), Ongulés, Lagomorphes, Édentés, Marsupiaux, Artiodactyles (dont les Ruminants), Périssodactyles, Insectivores, Dermoptères et Primates.

L'espèce humaine appartient à l'ordre des Primates.

C. Caractéristiques communes aux Primates

L'espèce humaine appartient à l'ordre des Primates comprenant environ deux cent cinquante espèces vivantes. Tous les primates présentent des caractères communs, dont aucun pris isolément n'est spécifique :

- mammifères peu spécialisés ;
- conservation du plan de base des membres des vertébrés tétrapodes primitifs (fig. 18.1) : pentadactyles ; radius et ulna non soudés permettant des mouvements de pronation et supination ; clavicule constante ;
- caractères locomoteurs : plantigrades (marchant sur la paume ou la plante) ; pouce et hallux mobiles ;
- caractères crâniens et cérébraux : crâne volumineux par rapport à la face ; orbites regardant plus ou moins vers l'avant et fermées en arrière par un anneau complet ; encéphale bien développé par rapport à la masse du corps ; vision performante ;
- caractères dentaires : réduction du nombre de dents (trente-six ou trente-deux selon les groupes) ; molaires multituberculées ;
- caractères des parties molles : une seule paire de glandes mammaires ; onguiculés (ongles plats, et non griffes ou sabots).

Il existe toutefois de grandes différences de taille parmi les primates, depuis le microcèbe (environ 10 cm, 50 g), jusqu'au gorille (155 cm, 160 à 200 kg).

D. Caractéristiques communes aux Primates haplorrhiniens

Les Primates se décomposent en Strepsirrhiniens (les plus primitifs, correspondant aux Prosimiens, hormis les tarsiers) et Haplorrhiniens.

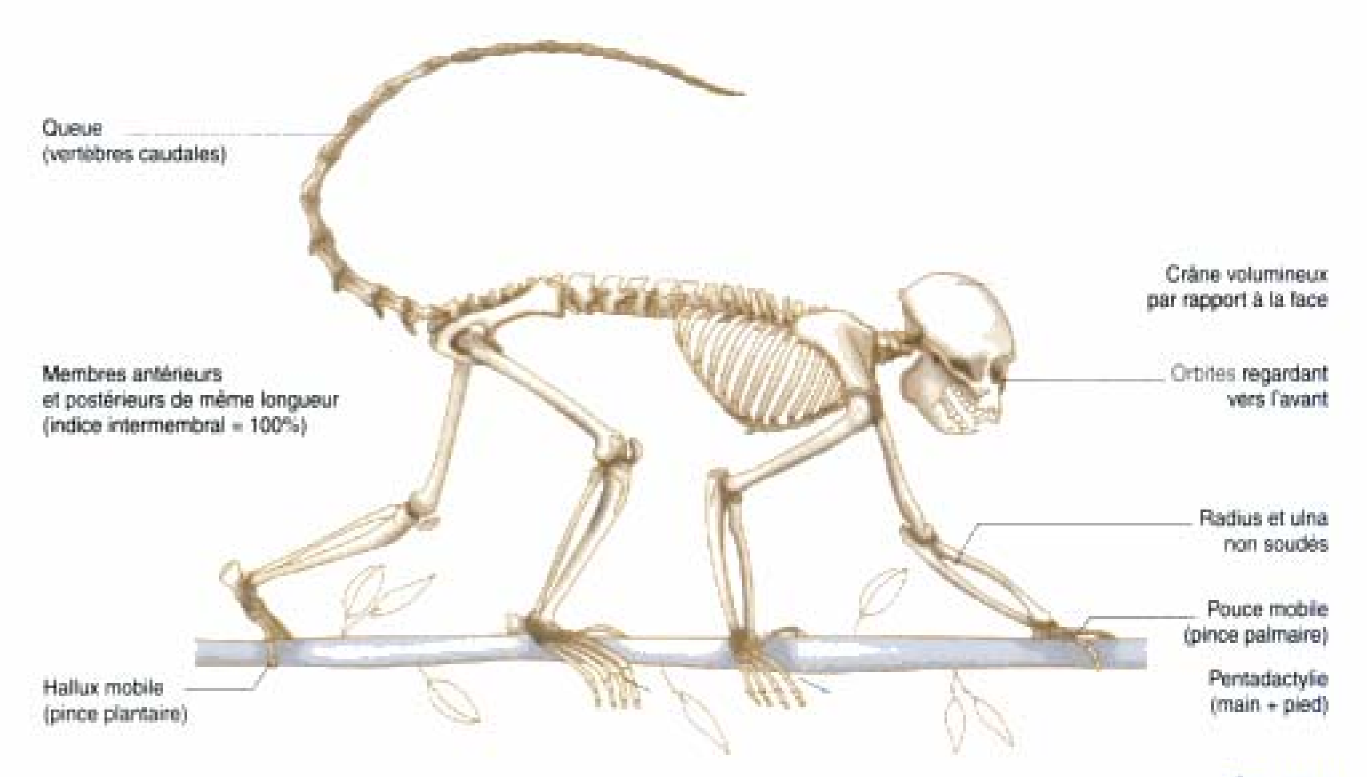


Fig. 18.1.
Squelette de primate quadrupède arboricole (Simiens).
Les Primates possèdent en commun une conservation du plan de base des vertébrés tétrapodes primitifs.

L'espèce humaine appartient aux Haplorrhiniens comprenant : tarsiers, singes du Nouveau-Monde (Platyrhiniens), singes de l'Ancien-Monde (Catarhiniens), Hominoïdes.

Les caractéristiques morphologiques des Haplorrhiniens sont liées principalement à la réduction de l'olfaction ; ils sont microsmatiques en comparaison avec de nombreux mammifères et avec les Strepsirrhiniens qui sont macrosmatiques :

- réduction relative de la face (ou museau) (prognathisme réduit) ;
- présence d'un nez « vrai » ; par opposition à la « truffe » (ou rhinarium), région muqueuse humide ;
- simplification des fosses nasales (cornets simples remplaçant les os turbinaux extrêmement complexes) ;
- disparition de l'organe voméronasal (de Jacobson), sensible aux phéromones.

E. Caractéristiques communes aux Primates hominoïdes

Parmi les Haplorrhiniens, les Hominoïdes (grands singes et espèce humaine) comportent cinq genres vivants :

- les gibbons (*Hylobates*), avec une vingtaine d'espèces ;
- l'orang-outan, avec une seule espèce actuelle : *Pongo pygmaeus* (Bornéo et Sumatra) ;
- le gorille, avec une seule espèce actuelle : *Gorilla gorilla* (africains) ;
- les chimpanzés, avec deux espèces actuelles : le chimpanzé commun (*Pan troglodytes*) et le chimpanzé nain ou bonobo (*Pan paniscus*) ;
- le genre humain, avec une seule espèce actuelle : *Homo sapiens*.

La caractéristique morphologique principale des Hominoïdes est la disparition de la queue (fig. 18.3 et 18.4), composée de vertèbres caudales, présente chez de nombreux mammifères et chez la majorité des primates (Prosimiens, Platyrhiniens et Catarhiniens) (fig. 18.1).

Les Hominoïdes (« singes sans queue ») présentent à la place une structure osseuse vestigiale composée de quatre vertèbres atrophiées : le *coccyx* (fig. 18.5 et 18.6).

II. Morphologie humaine, relations structure-fonction au cours de l'évolution

A. Caractéristiques morphologiques liées à l'encéphalisation

L'encéphalisation est le développement marqué de l'encéphale (constitué principalement par le cerveau) ; elle touche l'ensemble des primates mais est exceptionnelle dans l'espèce humaine (fig. 18.2).

1. Taille absolue du cerveau, capacité crânienne

Le développement cérébral peut être estimé par :

- la mesure du poids absolu ou du volume absolu du cerveau (avec une équivalence entre les deux, la densité du cerveau étant proche 1,0 : 100 cm^3 = 100 g) ;
- la mesure de la capacité crânienne (volume endocrânien).

Les variations chez les mammifères sont considérables : les plus petits cerveaux pèsent environ 0,1 g (Insectivores), tandis que les plus gros sont observés chez l'éléphant (5 000 g) et la baleine (jusqu'à 10 000 g).
Pour les primates, les Prosimiens ont un cerveau de 25 à 50 g, les Simiens et les gibbons de 90 à 150 g, les Hominoïdes (orang-outan, gorille, chimpanzé) de 300 à 500 g et, enfin, l'espèce humaine de 1 400 g en moyenne. Le cerveau humain est donc environ trois fois plus volumineux que les plus gros cerveaux d'autres primates vivants.

> Aucun primate non humain vivant n'ayant une capacité crânienne supérieure à 500 cm^3, cette valeur est classiquement fixée comme seuil pour définir un fossile comme étant engagé dans la lignée évolutive humaine (notion de « Rubicon cérébral »).

2. Taille relative du cerveau

Pour quantifier et comparer l'encéphalisation entre différentes espèces, il est instructif de tenir compte de l'influence de la taille du corps. Le rapport entre le poids du cerveau et le poids total du corps est d'environ 1/100 000e chez certains reptiles (Dinosauriens), 1/10 000e chez la baleine, 1/1 000e chez le porc, etc.
Chez les Hominoïdes, ce rapport est d'environ 1/200e et, dans l'espèce humaine, d'environ 1/50e, valeur montrant l'exceptionnel développement du cerveau humain.

3. Morphologie du cerveau

Les différentes portions du cerveau ne sont pas touchées de la même manière par l'encéphalisation ; ainsi, dans l'espèce humaine, le développement touche particulièrement le *lobe frontal*, alors que le rhinencéphale (cerveau olfactif) est extrêmement réduit (espèce microsmatique).
Un autre aspect de l'encéphalisation est l'apparition dans l'espèce humaine de nombreuses plicatures, avec des *sillons* délimitant des circonvolutions (*gyrus*), permettant d'augmenter la surface corticale totale qui est d'environ 500 cm^2 chez les Hominoïdes et de 2 500 cm^2 dans l'espèce humaine.

4. Influence de l'encéphalisation sur la forme du crâne

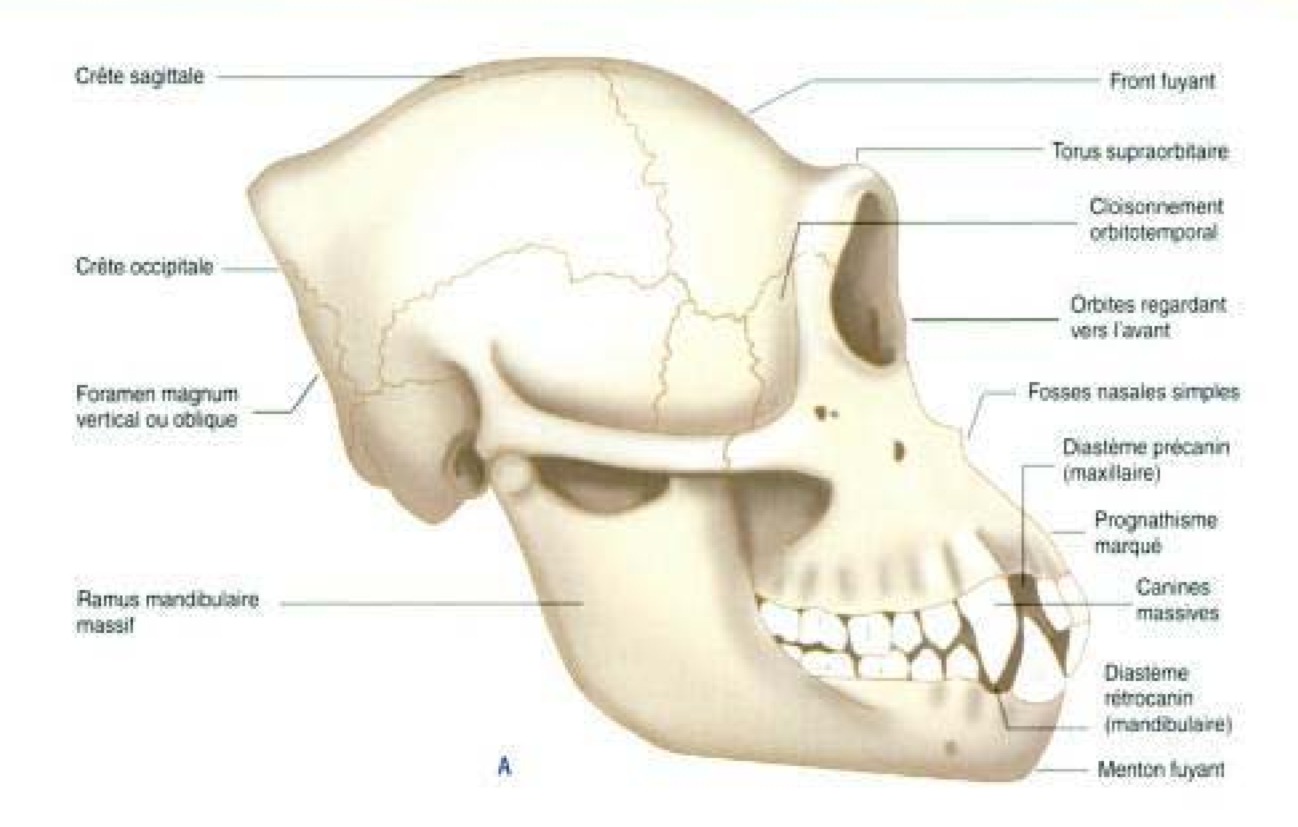
L'exceptionnelle encéphalisation humaine se traduit par un crâne (neurocrâne) particulièrement développé par rapport à la face (splanchnocrâne). Le développement spécifique du lobe frontal humain a pour conséquence l'apparition d'un front verticalisé, à la place du front fuyant de la plupart des autres primates (fig. 18.2).

B. **Caractéristiques morphologiques liées au régime alimentaire**

Le régime alimentaire des Hominoïdes est essentiellement végétarien de type folivore (feuilles), et celui de l'espèce humaine omnivore (varié). Une réduction des contraintes masticatrices et de l'appareil masticateur est observée dans l'espèce humaine.

1. Morphologie craniofaciale

En comparaison avec les autres Hominoïdes (fig. 18.2), le crâne humain se caractérise par :
- la disparition du bourrelet (ou torus) supraorbitaire ;



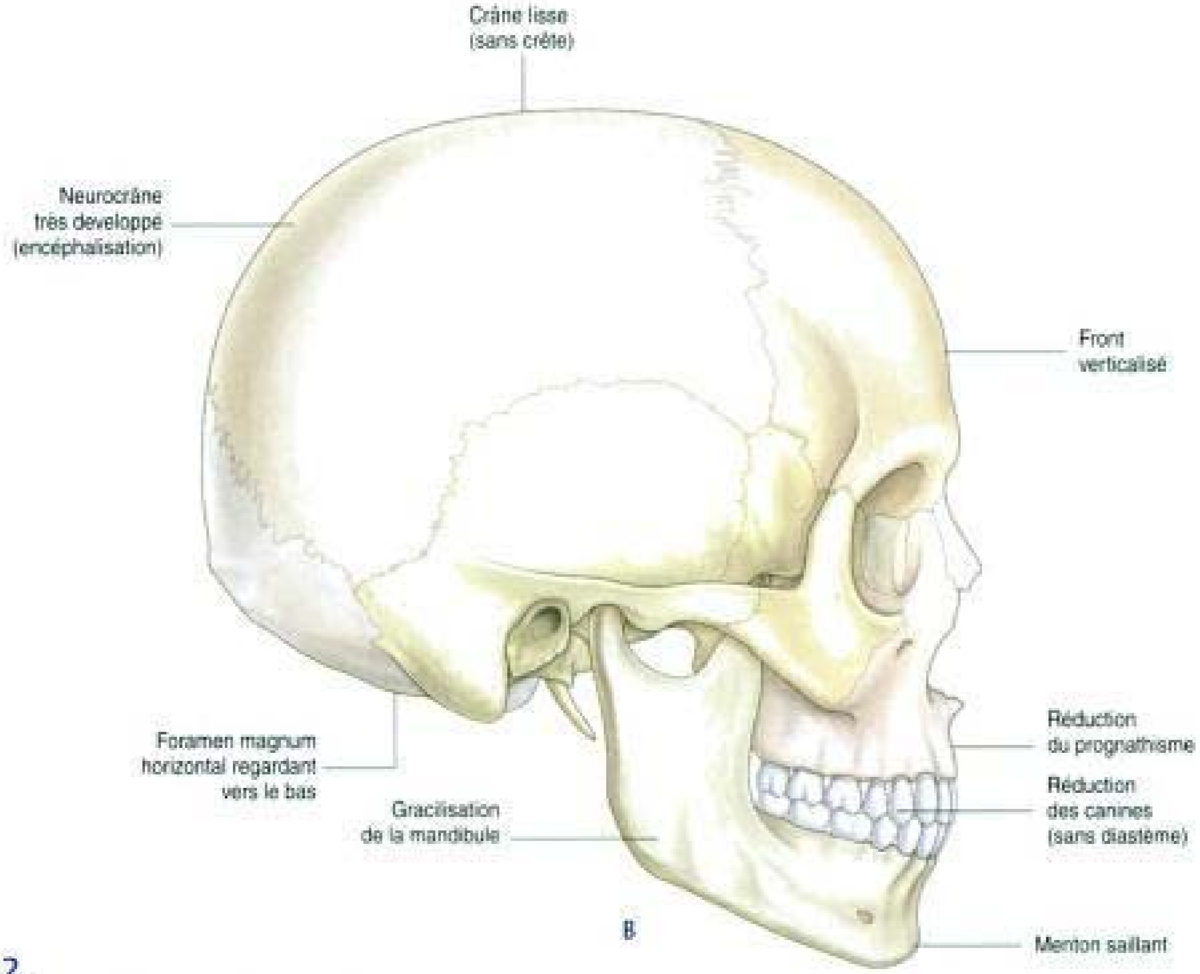


Fig. 18.2.
Morphologie comparée du crâne (profil droit).
A. Disposition schématique caractéristique d'un primate non humain (Hominoïdes). B. Espèce humaine.

- la disparition de la crête sagittale par réduction des muscles temporaux ;
- une diminution de taille de la branche montante de la mandibule par réduction des muscles masséters ;
- une gracilisation de la mandibule ;
- une réduction du prognathisme (développement antérieur de la face) ;
- un menton marqué (par rapport au menton fuyant des autres espèces).

2. Morphologie dentaire

Le nombre de dents est normalement de trente-deux dans l'espèce humaine comme chez les Catarrhiniens et les Hominoïdes (il est de trente-six chez les Prosimiens et les Platyrhiniens) ; toutefois, il existe une tendance humaine à la disparition des troisièmes molaires (M3, « dents de sagesse ») avec des individus présentant trente ou vingt-huit dents.
Les canines humaines sont fortement réduites comparées à celles des autres hominoïdes avec un alignement de la cuspide dans le plan occlusal et la disparition de l'espace dénommé diastème, précanin au niveau maxillaire ou rétrocanin au niveau mandibulaire (fig. 18.2).
Les molaires sont de taille décroissante dans l'espèce humaine (M1 > M2 > M3), contrairement aux autres hominoïdes.

3. Morphologie de l'arcade dentaire

L'arcade dentaire humaine a une forme parabolique spécifique, liée à la réduction des canines, alors qu'elle a une forme rectangulaire (ou en « U ») chez les autres hominoïdes.

C. **Caractéristiques morphologiques liées à la bipédie**

1. Modes locomoteurs

Il existe quatre modes locomoteurs principaux chez les Primates :
- la quadrupédie, ou marche quadrupède : mode locomoteur primitif des vertébrés tétrapodes et le plus répandu chez les mammifères, observé avec prédilection chez les singes (Simiens), avec deux sous-types : arboricole (sur les branches des arbres), terrestre (sur le sol) (fig. 18.1) ;
- le grimper et le saut arboricoles (*leaping* en anglais) : sur les troncs et les branches des arbres, observé chez les Prosimiens ;
- la brachiation : déplacement dans les arbres en suspension par les membres supérieurs avec mouvements pendulaires, observé chez le singe araignée et chez les Hominoïdes non humains (gibbons, orangs-outans…) (fig. 18.3) ;
- la bipédie, ou marche bipède (et la station érigée) : déplacement en rectitude sur les seuls membres inférieurs, caractéristique de l'espèce humaine (fig. 18.4).

2. Influence de la bipédie sur la morphologie de la colonne vertébrale

Chez la plupart des mammifères et l'ensemble des primates non humains, la colonne vertébrale présente deux courbures sagittales : *lordose cervicale* et *cyphose thoracolombale* (fig. 18.5, A).
Dans l'espèce humaine, afin d'aligner les différents centres de gravités segmentaires en station érigée (fig. 18.4), apparaît une troisième cour-



Fig. 18.3.
Squelette de primate brachiateur (gibbon).

bure spécifique : la *lordose lombale* (concavité dorsale) (fig. 18.5, B) ; dans ce cadre, la cinquième vertèbre lombale (LV) prend un aspect cunéiforme à grande base ventrale.

3. Influence de la bipédie sur la morphologie crânienne

Dans la bipédie, la tête est située au-dessus du tronc et de la colonne vertébrale qui est verticale (fig. 18.4 et 18.5), alors que dans la quadrupédie, la tête est située en avant du tronc et de la colonne vertébrale qui est horizontale (fig. 18.1). La morphologie crânienne est donc influencée par le mode locomoteur.

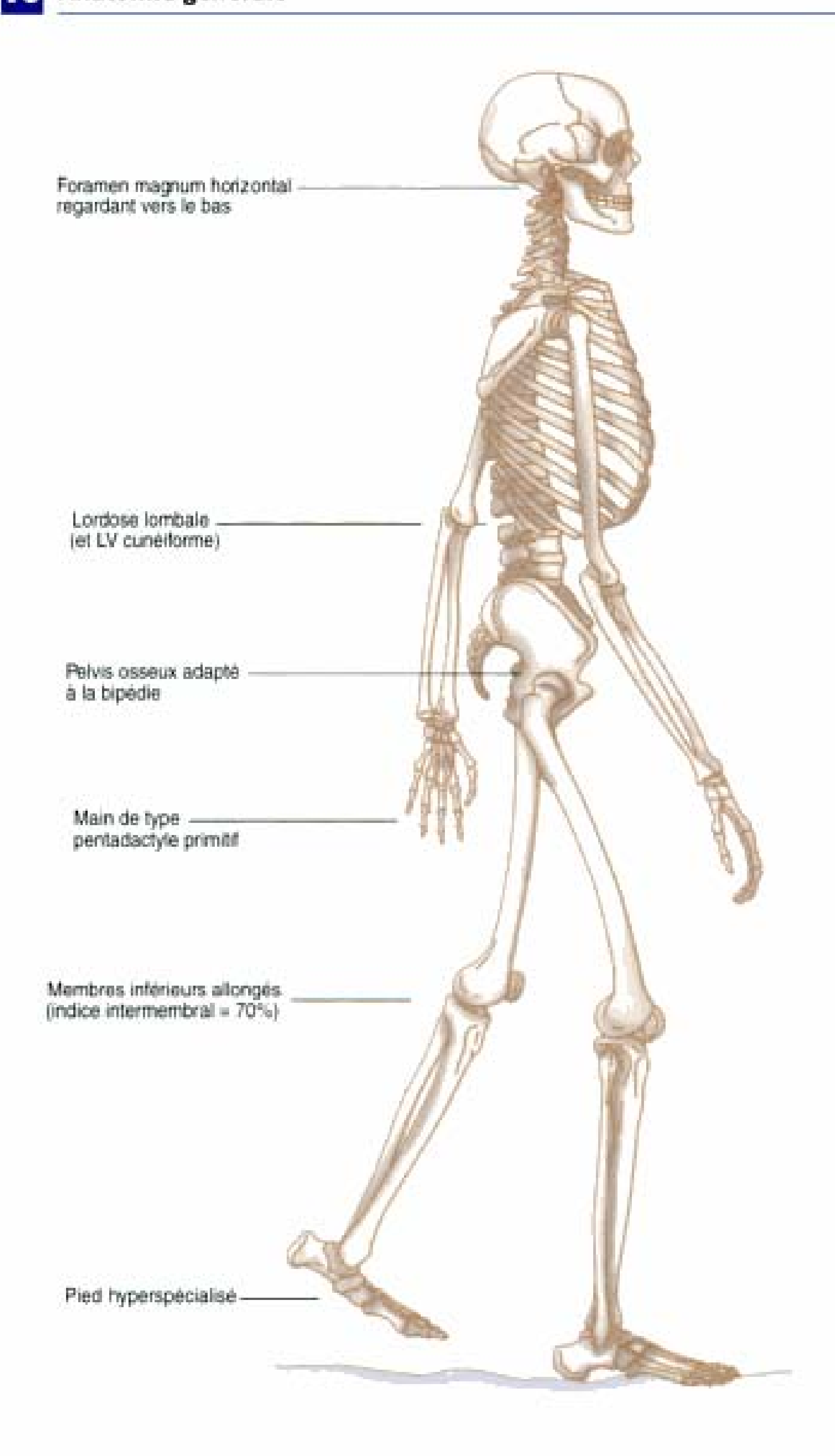


Fig. 18.4.
Squelette de l'espèce humaine (adapté à la bipédie).

Position du foramen magnum

Le foramen magnum, situé au niveau de l'os occipital, est le plus gros orifice de la base du crâne ; il permet le passage du tronc cérébral (portion de l'encéphale) qui se continue par la moelle spinale au niveau de la colonne vertébrale.

- Chez les quadrupèdes, le foramen magnum est situé dans un plan frontal, c'est-à-dire qu'il regarde vers l'arrière.

- Dans l'espèce humaine, bipède, le foramen magnum est situé dans un plan horizontal, c'est-à-dire qu'il regarde vers le bas (fig. 18.5, B, et *cf.* fig. 3.5 au chapitre 3).
- Chez les Hominoïdes (orangs-outan, gorille, chimpanzé), brachiateurs, la disposition est intermédiaire et le foramen magnum regarde obliquement à 45° vers le bas et l'arrière (fig. 18.5, A).

▸ Morphologie de la région occipitale

Chez les quadrupèdes, le maintien de la tête en position horizontale nécessite de puissants muscles de la nuque se terminant au niveau du crâne ; l'insertion de ces muscles est à l'origine d'un relief transversal très marqué dénommé crête occipitale (fig. 18.1 et 18.2, A).

Dans l'espèce humaine, bipède, le crâne est placé en quelque sorte en équilibre sur la colonne vertébrale et le rôle de l'action musculaire est moindre ; les muscles de la nuque sont réduits ; la crête occipitale disparaît et il ne subsiste que les lignes nuchales relativement peu marquées (fig. 18.2, B).

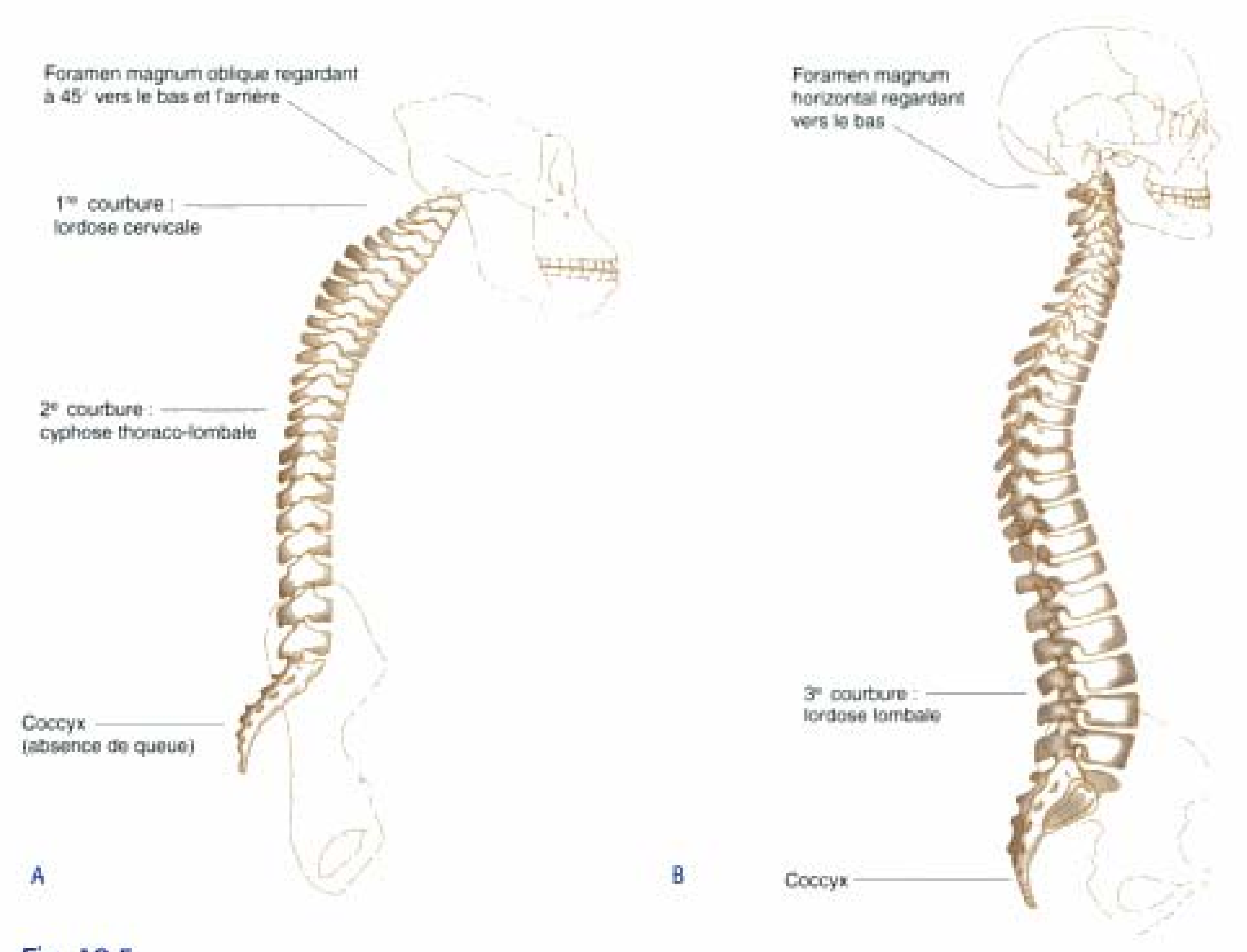


Fig. 18.5.
Morphologie comparée de la colonne vertébrale et de la position du crâne.
A. Disposition schématique caractéristique d'un primate hominoïde non humain. B. Espèce humaine. La troisième courbure existe seulement chez l'Homme.

4. Influence de la bipédie sur les proportions des membres

Les proportions des membres peuvent être quantifiées par :

$$\text{Indice intermembral} = \frac{\text{Longueur du membre antérieur}}{\text{Longueur du membre postérieur}} \times 100$$

- Chez les quadrupèdes, le tronc étant horizontal, les membres antérieurs et postérieurs ont la même longueur et l'indice intermembral est voisin de 100 % (fig. 18.1).
- Chez les brachiateurs (gibbons, orangs-outans, gorilles, chimpanzés), pratiquant un mouvement pendulaire en suspension par les membres antérieurs, ces derniers sont très allongés, ce qui présente un avantage biomécanique ; l'indice intermembral peut atteindre 200 % (avec un aspect de mains « traînant à terre » en position debout) (fig. 18.3).
- Dans la bipédie, caractérisant l'espèce humaine, existe un mouvement pendulaire inversé et, biomécaniquement, ce sont les membres postérieurs (ou inférieurs) qui ont avantage à être allongés ; l'indice intermembral humain est d'environ 70 % (fig. 18.4).

5. Influence de la bipédie sur la morphologie du bassin osseux

La bipédie a une influence marquée sur la morphologie pelvienne en raison des contraintes mécaniques qui s'exercent sur le bassin et les articulations coxofémorales au cours de la marche.
Le bassin humain a en conséquence une morphologie spécifique parmi les Primates (fig. 18.6), avec en particulier :
- un aspect trapu (notion de « bassin en compression ») ;
- des ailes iliaques — pratiquement frontales chez les autres Hominoïdes — s'incurvant sagittalement vers l'avant afin de permettre l'insertion latérale de muscles fessiers nécessaire pour l'abduction dans l'équilibre du corps dans un plan frontal (appui monopodal).

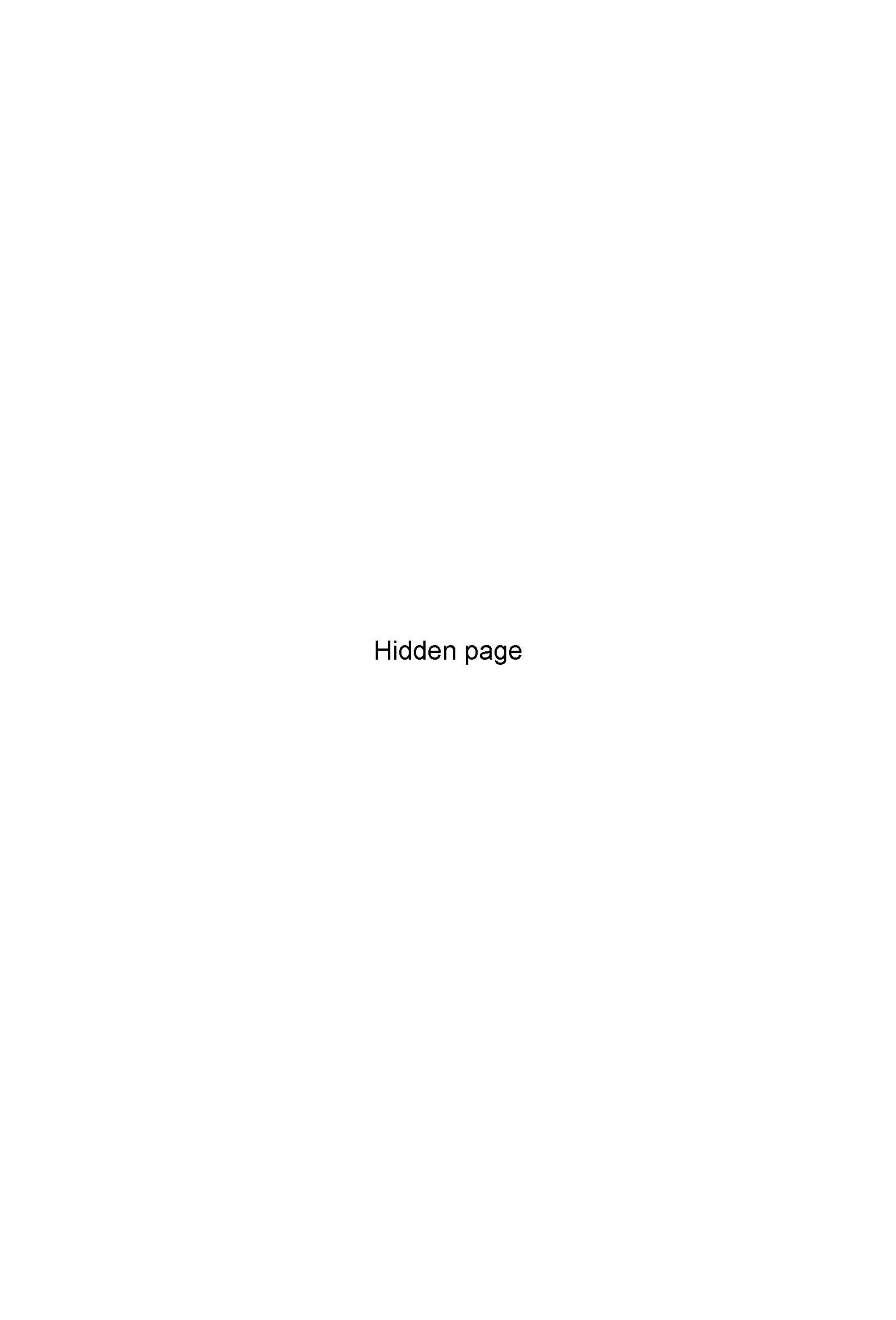
6. Influence de la bipédie sur la morphologie des autopodes (mains et pieds)

a. *Autopodes chez les Primates*

Pour la plupart des primates non humains, la morphologie de la main et la morphologie du pied sont similaires et restées proches de celle de l'autopode des Vertébrés tétrapodes primitifs, avec en particulier :
- cinq rayons digitaux (pentadactylie) ;
- troisième rayon digital le plus long et portant l'axe fonctionnel de l'autopode (mésaxonie) ;
- premier rayon digital (pouce, ou hallux) mobile, permettant de réaliser une pince palmaire et une pince plantaire facilitant la locomotion sur les branches, les primates étant particulièrement bien adaptés à la vie dans les arbres, ou arboricolisme (fig. 18.1, 18.3 et 18.7, A).

b. *Morphologie primitive de la main humaine*

Dans l'espèce, humaine, la main a conservé une disposition primitive et est similaire à celle des autres primates. Contrairement à ce qui a souvent été écrit, la main n'est pas le « propre de l'Homme » : même l'opposition du pouce n'est pas spécifique.



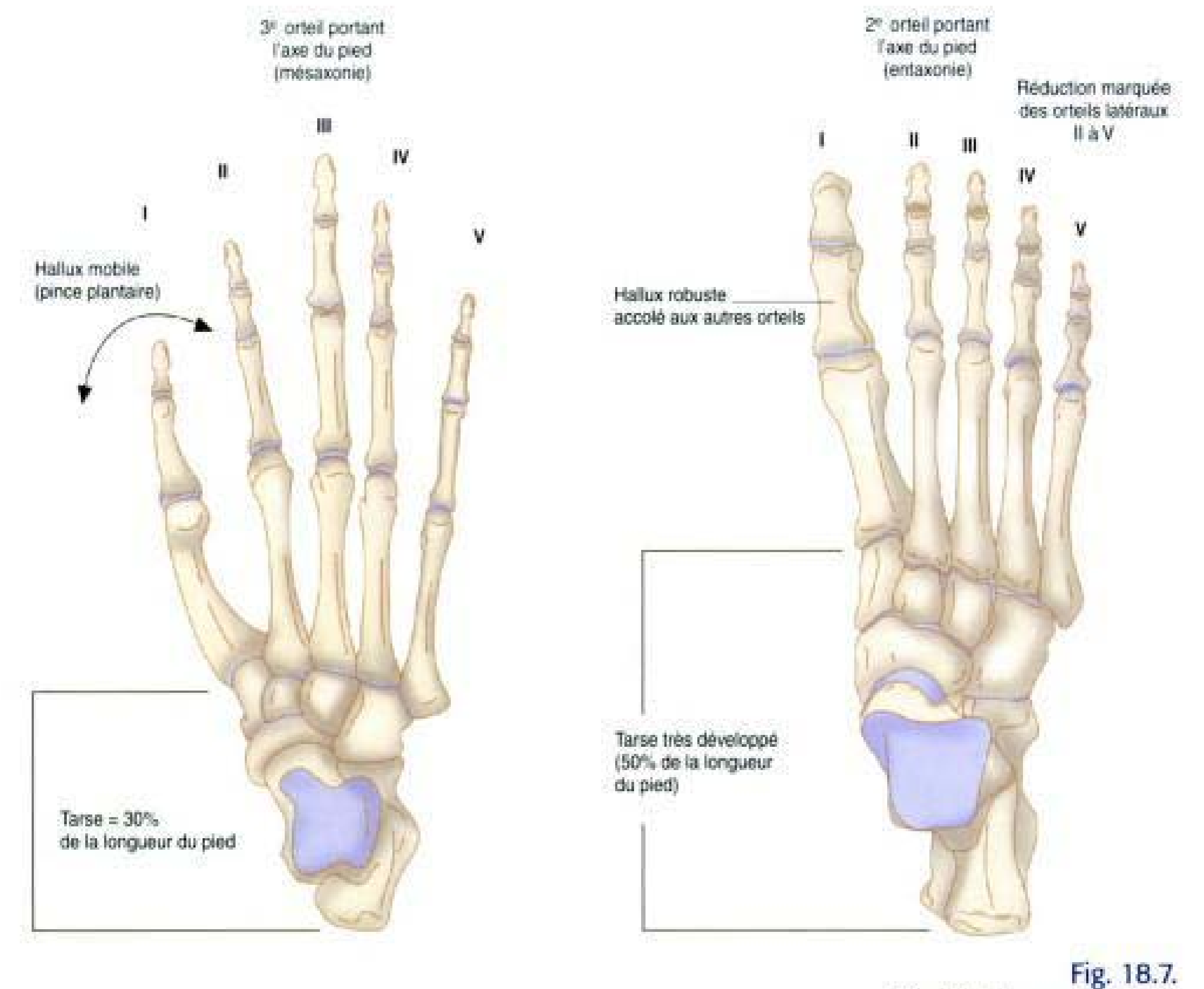


Fig. 18.7.
Morphologie comparée du pied.
A. Disposition schématique caractéristique d'un primate non humain. B. Espèce humaine.

POINTS CLÉS

- Au sein du règne animal (environ 1 500 000 espèces vivantes identifiées), l'espèce humaine appartient à l'embranchement des Vertébrés (50 000 espèces), à la classe des Mammifères (4 500 espèces), et à l'ordre des Primates (environ 250 espèces vivantes).
- Chacun de ces groupes zoologiques, ou taxons, présente des caractéristiques morphologiques spécifiques résultant de l'évolution des espèces, ou phylogenèse.
- Les primates conservent le plan de base des membres des Vertébrés tétrapodes primitifs : pentadactylie avec pouce et hallux mobiles ; radius et ulna non soudés permettant des mouvements de pronation et supination ; clavicule constante.
- Les Hominoïdes, comprenant les grands singes (gibbons, orang-outan, gorille, chimpanzé commun et bonobo) et l'espèce humaine, se caractérisent par la disparition de la queue avec à la place une structure osseuse vestigiale : le coccyx.
- L'encéphalisation, touchant l'ensemble des Primates, est exceptionnelle dans l'espèce humaine dans laquellle le cerveau pèse en moyenne 1 400 g, contre 300 à 500 g chez les autres Hominoïdes, soit environ 1/50e du poids du corps contre 1/200e.
- Il existe quatre mode locomoteurs principaux chez les Primates : la quadrupédie, le grimper et le saut arboricoles *(leaping)*, la brachiation et la bipédie.
- La bipédie, caractéristique de l'espèce humaine, est associée à des particularités morphologiques spécifiques permettant d'identifier ce mode locomoteur sur des os fossiles.

ENTRAÎNEMENT

QCM

1. Parmi les propositions suivantes concernant le squelette des Vertébrés et des Mammifères, lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** Tous les mammifères possèdent une colonne vertébrale.
- ❑ **B.** Seuls les mammifères sont des Vertébrés tétrapodes.
- ❑ **C.** Le basipode correspond à la ceinture scapulaire et à la ceinture pelvienne.
- ❑ **D.** Le zygopode est constitué d'un seul os (humérus ou fémur).
- ❑ **E.** La présence de cinq rayons digitaux est la disposition primitive des Vertébrés tétrapodes.

2. Parmi les caractéristiques squelettiques suivantes, quelles sont celles communes à tous les Primates ?

- ❑ **A.** Radius et ulna non soudés, permettant des mouvements de pronation et supination.
- ❑ **B.** Pentadactylie.
- ❑ **C.** Pouce mobile.
- ❑ **D.** Présence de trente-six dents chez l'adulte.
- ❑ **E.** Clavicule constante.

3. Parmi les caractéristiques squelettiques suivantes, lesquelles sont spécifiques des Hominoïdes en comparaison avec les autres Primates ?

- ❑ **A.** Présence d'un nez « vrai » par opposition à la « truffe » (ou rhinarium).
- ❑ **B.** Disparition de l'organe voméronasal (de Jacobson), sensible aux phéromones.
- ❑ **C.** Disparition de la queue.
- ❑ **D.** Présence de trente-deux dents chez l'adulte.
- ❑ **E.** Pouce mobile.

4. Parmi les propositions suivantes concernant l'encéphalisation, lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** Le cerveau humain présente le poids absolu le plus élevé de tous les mammifères.
- ❑ **B.** Le cerveau humain présente le poids absolu le plus élevé de tous les primates.
- ❑ **C.** Le cerveau humain présente le poids relatif le plus élevé de tous les primates.
- ❑ **D.** Aucun primate non humain vivant n'a une capacité crânienne supérieure à 500 cm^3.
- ❑ **E.** Le développement spécifique du lobe frontal humain a pour conséquence l'apparition d'un front verticalisé.

5. Parmi les caractéristiques crâniennes et dentaires suivantes, lesquelles sont spécifiques de l'espèce humaine en comparaison avec les autres Hominoïdes ?

- ❑ **A.** Absence du bourrelet (torus) supraorbitaire
- ❑ **B.** Présence de trente-deux dents chez l'adulte.
- ❑ **C.** Orbites regardant vers l'avant.
- ❑ **D.** Présence d'un menton marqué.
- ❑ **E.** Absence de diastème précanin au niveau maxillaire.

6. Parmi les propositions suivantes concernant les modes locomoteurs chez les Primates, lesquelles sont exactes ?

- ❑ **A.** Le grimper et saut arboricoles (*leaping*) est principalement observé chez les Prosimiens.
- ❑ **B.** Aucun des Hominoïdes ne pratique la brachiation.
- ❑ **C.** La bipédie est spécifique de l'espèce humaine.
- ❑ **D.** Chez les quadrupèdes, les membres antérieurs et postérieurs ont la même longueur et l'indice intermembral est voisin de 100 %.
- ❑ **E.** Les gibbons présentent un indice intermembral pouvant atteindre 200 %.

7. Parmi les caractéristiques squelettiques suivantes, lesquelles sont spécifiques de la bipédie ?

- ❑ **A.** Existence d'une lordose cervicale.
- ❑ **B.** Existence d'une lordose lombale.
- ❑ **C.** Absence de queue et présence d'un coccyx.
- ❑ **D.** Foramen magnum situé dans un plan horizontal, c'est-à-dire regardant vers le bas.
- ❑ **E.** Ailes iliaques s'incurvant sagittalement vers l'avant.

8. Parmi les caractéristiques squelettiques suivantes concernant les autopodes, lesquelles sont spécifiques de l'espèce humaine ?

- ❑ **A.** Pentadactylie à la main et au pied.
- ❑ **B.** Pouce opposable.
- ❑ **C.** Troisième rayon digital le plus long et portant l'axe fonctionnel de la main.
- ❑ **D.** Réduction importante des orteils latéraux, en particulier du cinquième orteil.
- ❑ **E.** Présence d'une voûte plantaire longitudinale.

Hidden page

6. Cinq dents : deux incisives, une canine, deux prémolaires (dénommées à tort « molaires » chez l'enfant) (I2, C1, P2).

7. Première molaire à six ans ; deuxième molaire à douze ans ; troisième molaire à dix-huit ans.

8. Correspondant aux quatre troisièmes molaires dont l'éruption se fait vers dix-huit ans. Elles peuvent manquer chez certains individus (variabilité).

9. Déciduales : 54, 64, 74, et 84. Permanentes : 14, 24, 34, 44.

Système articulaire – Chapitre 5

QCM

	A	B	C	D	E
1.	☒	☐	☐	☒	☐
2.	☐	☐	☒	☐	☒
3.	☐	☐	☒	☒	☒
4.	☐	☐	☐	☒	☐
5.	☐	☒	☐	☐	☐
6.	☒	☒	☐	☐	☐
7.	☒	☒	☐	☒	☐
8.	☐	☒	☐	☐	☒
9.	☐	☐	☒	☐	☒

Système musculaire – Chapitre 6

QCM

	A	B	C	D	E
1.	☐	☐	☒	☐	☒
2.	☒	☒	☒	☒	☐
3.	☒	☒	☒	☐	☐
4.	☐	☒	☐	☐	☐
5.	☒	☐	☒	☒	☒
6.	☐	☒	☒	☒	☒
7.	☒	☐	☐	☒	☒
8.	☒	☐	☐	☐	☐

Colonne vertébrale – Chapitre 7

QCM

	A	B	C	D	E
1.	☐	☒	☐	☒	☐
2.	☒	☒	☒	☒	☒
3.	☐	☒	☒	☐	☒
4.	☒	☒	☐	☒	☐
5.	☒	☐	☒	☒	☐

QROC

1. Colonne fixe : sacrum et coccyx ; colonne mobile : cervicale, thoracique, lombale.

2. Le corps, l'arc vertébral, les processus.

3. Articulations cartilagineuses avec un nucleus pulposus et un annulus fibrosus (anneau fibreux).

4. Atlas, ou CI, et axis, ou CII.

5. Les deux pédicules sus- et sous-jacents, le corps vertébral en avant, le processus articulaire en arrière.

Système nerveux central – Chapitre 8

DOC

Document 1 – « Artères de la base du cerveau ». Se référer à la figure 8.13, page 100.

QCM

	A	B	C	D	E
1.	☒	☐	☐	☒	☒
2.	☐	☒	☒	☐	☒
3.	☒	☒	☐	☒	☒
4.	☒	☐	☐	☐	☒
5.	☒	☐	☒	☐	☐
6.	☒	☐	☐	☐	☒
7.	☒	☐	☐	☒	☒
8.	☐	☐	☒	☐	☒

QROC

1. Les enveloppes méningées sont, de dehors en dedans : la dure-mère, l'arachnoïde et la pie-mère.

2. On nomme sinus crânien une veine contenue dans un dédoublement de la dure-mère.

3. Les principaux sillons de la moelle spinale sont : le sillon médian antérieur, les sillons collatéraux antérieurs et postérieurs et le sillon médian postérieur.

4. Les ventricules latéraux (VL), le foramen interventriculaire (trou de Monro), le troisième ventricule (V3), l'aqueduc du mésencéphale (de Sylvius), le quatrième ventricule (V4).

5. Lobe frontal, lobe temporal, lobe pariétal, lobe occipital et l'insula.

6. Le troisième ventricule (V3), l'épithalamus, le thalamus, le subthalamus et l'hypothalamus.

7. Le sillon latéral, le sillon central, le sillon pariéto-occipital, le sillon cingulaire, le sillon calcarin.

8. Le cortex (substance grise des hémisphères cérébraux) est formé de six couches, de la plus externe à la plus interne : I, moléculaire : contient des fibres (axones et dendrites) ; II, granulaire externe : neurones granulaires (récepteurs) ; III, pyramidale externe : cellules pyramidales (effectrices) ; IV, granulaire interne : voies de la sensibilité ; V, pyramidale interne : motricité ; VI, fusiforme polymorphe.

9. La moelle allongée, le pont et le mésencéphale.

10. La vascularisation artérielle s'effectue par les deux artères vertébrales, qui convergent pour former le tronc basilaire d'où naissent des rameaux artériels destinés à vasculariser le cervelet et le tronc cérébral ; des artères paramédianes, branches courtes qui prennent en charge les territoires paramédians du tronc cérébral ; des artères circonférentielles courtes ; des artères circonférentielles longues ou artères cérébelleuses. La moelle allongée est vascularisée par la partie supérieure des artères spinales (postérieures et antérieure) naissant des artères vertébrales.

	A	B	C	D	E
9.	☐	☒	☐	☒	☒
10.	☒	☐	☒	☒	☐

QROC

1. Nerf axillaire, nerf radial.

2. Racines C5-T1 avec un rameau anastomotique de C4.

3. Nerf oculomoteur, nerf trochléaire et nerf abducens.

4. Tiers supérieur du pont à l'union de la face antérieure et latérale, fosse trigéminale (cavum de Meckel).

5. Le système nerveux autonome, ou végétatif, est un réseau nerveux diffus destiné à l'ensemble des viscères et glandes de l'organisme.

6. Le système nerveux sympathique est responsable de toutes les activités inconscientes de l'organisme : rythme cardiaque, contraction des muscles lisses... Ces fonctions permettent de préparer le corps humain à l'action, notamment en réponse à un stress ou une menace.

7. Les ganglions du système parasympathique sont :

- le ganglion ciliaire ;
- le ganglion ptérygopalatin ;
- le ganglion submandibulaire ;
- le ganglion sublingual ;
- le ganglion otique ;
- les ganglions des viscères abdominaux situés dans la paroi abdominale ;
- le ganglion du plexus hypogastrique au niveau du petit bassin.

8. Le nerf iliohypogastrique et le nerf ilio-inguinal, le nerf cutané latéral de la cuisse, le nerf génitofémoral, le nerf fémoral, le nerf obturateur.

9. Le plexus sacral est constitué des fibres en provenance des racines sacrales S1, S2 et S3 et de la racine lombale L5 associée à une anastomose provenant de L4 constituant le tronc lombosacral.

10. Le V moteur, le VII et le noyau ambigu.

Organes sensoriels – Chapitre 10

DOC

Document 1 – « Globe oculaire ». Se référer à la figure 10.3, page 146.

Document 2 – « Oreille ». Se référer à la figure 10.8, page 152.

QCM

	A	B	C	D	E
1.	☐	☒	☒	☐	☐
2.	☐	☒	☐	☒	☒
3.	☒	☒	☐	☒	☐
4.	☐	☒	☐	☒	☐
5.	☒	☐	☒	☒	☐
6.	☒	☒	☐	☒	☐
7.	☒	☒	☐	☐	☒
8.	☒	☒	☒	☒	☐
9.	☒	☒	☒	☒	☐

QROC

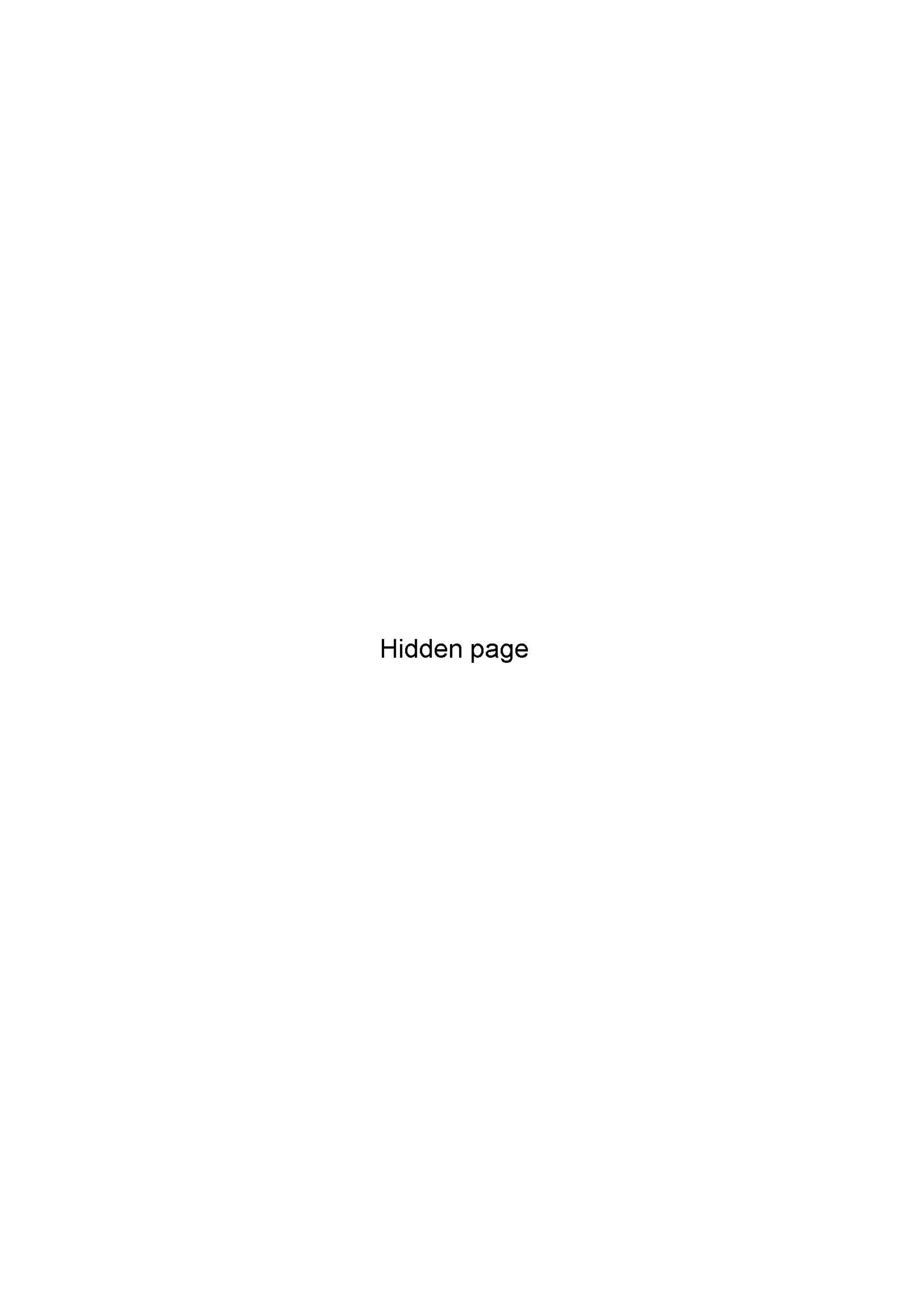
1. Le bulbe olfactif.

2. La macula (fovéa maculaire).

3. La caisse du tympan, ou oreille moyenne ; elle est formée du stapes, de l'uncus et du malleus.

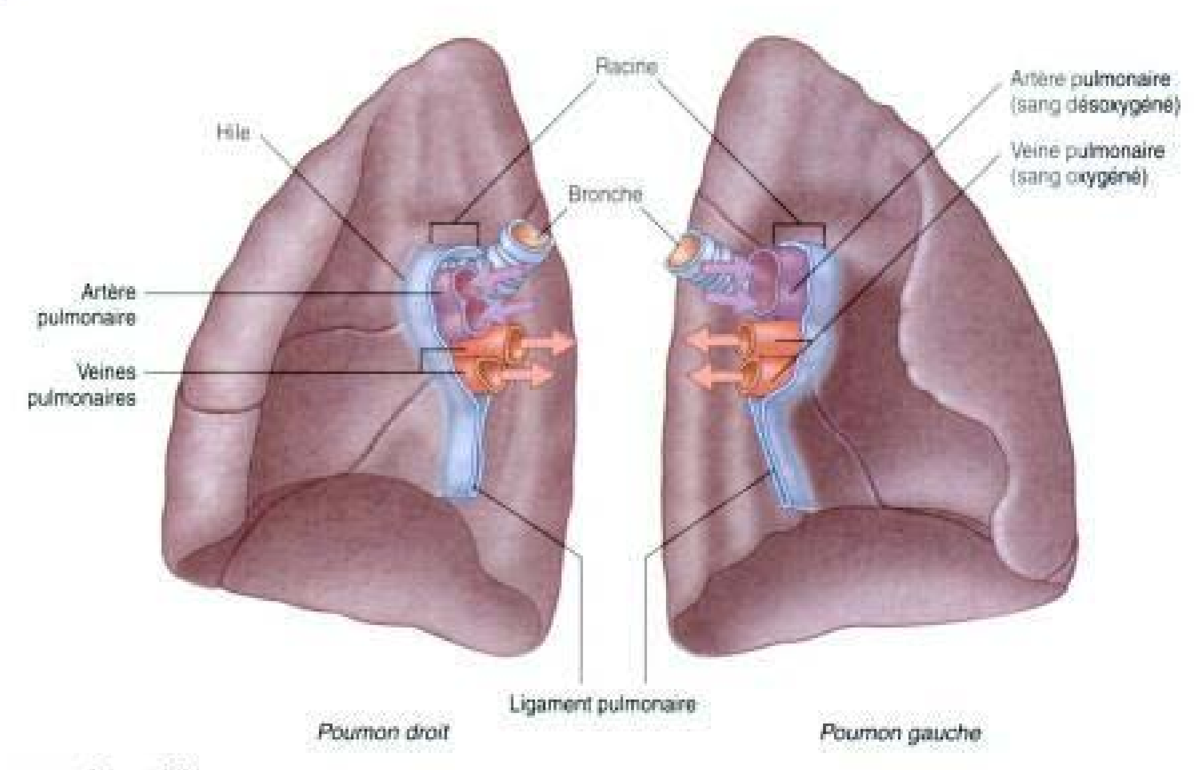
4. Le nerf intermédiaire (VIIbis) pour la partie antérieure de la langue, le nerf glossopharyngien (IX) pour le « V » lingual et la face postérieure de la langue, le nerf vague (X) pour la partie postérieure de la langue.

5. Les bourgeons du goût, que portent les papilles fongiformes disséminées sur la partie antérieure de la langue et les papilles circumvallées au niveau du « V » lingual.

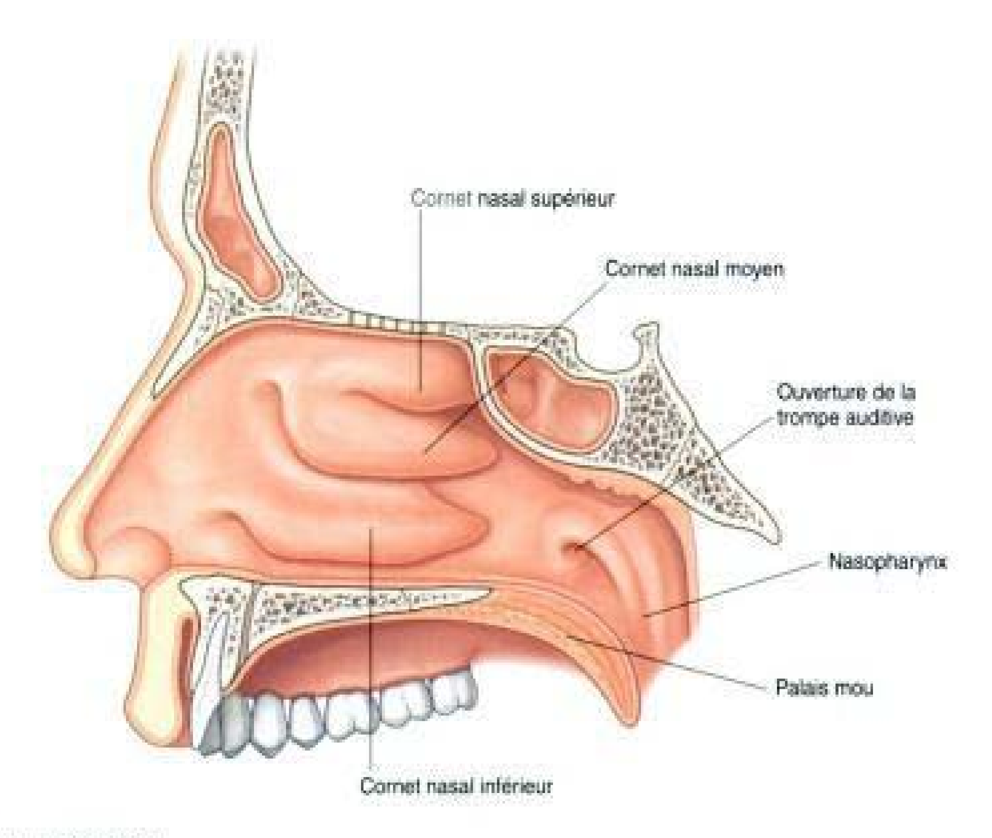

Hidden page

Appareil respiratoire – Chapitre 15

DOC



Poumons : racines et hiles.



Paroi latérale de la cavité nasale.

QCM

	A	B	C	D	E
1.	☒	☒	☐	☒	☐
2.	☒	☒	☒	☐	☐
3.	☒	☐	☒	☒	☒
4.	☒	☐	☒	☐	☒
5.	☐	☒	☒	☒	☐
6.	☒	☒	☒	☐	☐
7.	☒	☒	☐	☐	☒
8.	☐	☒	☐	☒	☒
9.	☐	☒	☒	☒	☒
10.	☒	☒	☐	☒	☒

QROC

1. Cartilage thyroïde, cartilage cricoïde, cartilage épiglottique, cartilage aryténoïde.

2. La bronche principale droite est la plus verticale, ce qui explique que l'inhalation accidentelle d'un corps étranger se fasse vers le poumon droit.

3. Le principal muscle inspiratoire est le diaphragme.

4. Les vaisseaux nourriciers du pédicule pulmonaire sont les artères et les veines bronchiques, les collecteurs lymphatiques.

5. L'artère pulmonaire naît du ventricule droit au niveau de l'orifice pulmonaire.

Appareil endocrinien – Chapitre 16

DOC

Document 1 – « Glandes surrénales ». Se référer à la figure 16.8, page 263.

Document 2 – « Vue transversale de la glande thyroïde ». Se référer à la figure 16.4, B, page 260.

QCM

	A	B	C	D	E
1.	☐	☒	☒	☒	☒
2.	☒	☒	☒	☐	☒
3.	☒	☐	☐	☒	☒
4.	☐	☒	☐	☐	☐
5.	☐	☐	☒	☒	☒
6.	☒	☒	☐	☒	☒
7.	☒	☒	☐	☒	☒
8.	☒	☒	☐	☒	☐
9.	☒	☒	☒	☒	☐
10.	☒	☒	☒	☐	☒

QROC

1. L'hypophyse est située dans la loge hypophysaire au niveau de la selle turcique, au centre de la base du crâne.

2. La corticosurrénale, périphérique, est constituée de trois couches : glomérulaire (minéralocorticoïdes : aldostérone…), fasciculaire (glucocorticoïdes : cortisol…) et réticulaire (stéroïdes sexuels : DHEA…). La médullosurrénale, centrale, produit des catécholamines (adrénaline, noradrénaline…).

3. La face postérieure de chaque lobe thyroïdien a un rapport immédiat avec le nerf laryngé inférieur (récurrent) et les deux glandes parathyroïdes supérieure et inférieure.

4. Le système porte hypophysaire relie la région hypothalamique moyenne à l'adénohypophyse.

Index

B

C

Z

PCEM1

REGES

Anatomie générale

V. Delmas

D. Brémond-Gignac / R. Douard / S. Dupont / C. Latrémouille

J.M. Le Minor / N. Pirró / P. Sèbe / C. Vacher / R. Yiou

L'OUVRAGE

Il comprend l'**essentiel du cours** d'anatomie descriptive en utilisant des définitions simples et claires nécessaires à la compréhension des grandes fonctions du corps humain.

Divisé en **18 chapitres**, l'ouvrage traite, pour chaque appareil, des notions d'anatomie morphologique et fonctionnelle. L'apprentissage est facilité par les quelque **250 illustrations en couleur** qui viennent éclairer le texte et par les points clés concluant chaque chapitre.

Une série d'exercices corrigés (figures à légender, 250 QCM et QROC répartis à la fin de chaque chapitre) permet à l'étudiant de s'entraîner et de s'auto-évaluer.

LE PUBLIC

- Les étudiants du 1er cycle des études de médecine et de pharmacie.
- Tous ceux qui se destinent aux diverses professions de santé.

LES AUTEURS

Cet ouvrage est le résultat du travail collectif d'une équipe d'enseignants, de différentes universités, dont les compétences ont permis d'aborder les multiples aspects de cette discipline.

978-2-294-07235-2

9 782294 072352

© BSIP